
UC-NRLF
$B 118 359


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
LVX
FIAT
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

Über die Bedeutung des Gesichtssinnes für das Zustandekommen der Raumanschauung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

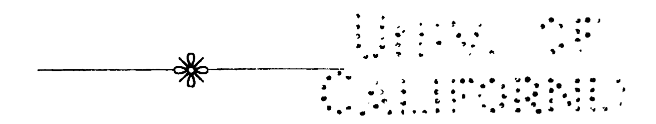
kgl. Bayer. Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Siegbert Silberstein

aus Posen.

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Mai 1910.



Erlangen.

K. B. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn.

1910.

Gedruckt mit Genehmigung der hohen philosophischen Fakultät der Universität Erlangen.

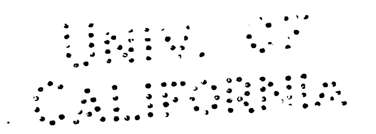
Referent: Herr Professor Dr. Paul Hensel.

Dekan: Herr Geh. Hofrat Professor Dr. Luchs.



Dem Andenken

meiner lieben Eltern!



Inhaltsübersicht.

Einleitung.

§ 1. Eine Untersuchung über die Psychologie der Raumanschauung mit einer Diskussion der zahlreichen, einander oft heftig widerstreitenden Theorien zu beginnen, das wäre wohl ein wenig zweckmäßiges Unternehmen.

Wir wollen daher unseren folgenden Darlegungen von vornherein diejenige Ansicht zugrunde legen, die uns nach Durchsicht des wichtigsten Teiles der einschlägigen Literatur als die am besten begründete erscheint, daß nämlich der vollsinnige Mensch mit Hilfe der Daten zweier seiner Sinnesorgane, des Gesichts- und des Tastsinns, zur Raumanschauung gelangt. Es handelt sich dabei lediglich um eine psychologische Untersuchung. Wir wollen nicht erkenntnistheoretisch das Wesen des Raumbegriffs näher definieren, sondern wir wollen die psychologischen Ursachen ergründen, welche zur Raumanschauung führen. Wir haben demnach hier auch nicht über den Sinn und die Auslegung der Kantschen Auffassung[1]) zu rechten, nach welcher der Raum eine notwendige Form des Vorstellens, eine Anschauungsform, ist, die nicht durch Erfahrung erst

[1]) Kant, Kritik der reinen Vernunft, Reclamsche Ausgabe. Text von 1787. Nebst Abänderungen. S. 50 ff.

erworben wird, sondern aller Erfahrung zugrunde liegt und diese allererst (a priori) ermöglicht. — Das ist eben Sache des Erkenntnistheoretikers [1]).

Für die psychologische Betrachtung ist die Raumanschauung ein psychisches Gebilde, dessen Genesis ohne Sinnestätigkeit unter allen Umständen undenkbar bleibt. Da sie uns nicht in irgendeiner Empfindung gegeben ist, sondern ein Assimilationsprodukt darstellt aus den Wahrnehmungen des Gesichts- und Tastsinns, „einen Komplex, in welchem die Daten dieser beiden Sinne verschmolzen werden“ [2]), so erwächst uns hier die Aufgabe, die Bedeutung der durch diese beiden Sinne im einzelnen vermittelten Empfindungen zu prüfen, soweit sie im menschlichen Bewußtsein zur Raumanschauung konkurrieren. Zu diesem Zwecke analysieren wir die Raumvorstellung, indem wir sie auf die elementarsten Bedingungen ihres Zustandekommens zurückführen. — Bei dieser im wesentlichen also analytischen Untersuchung wird es sich nicht umgehen lassen, auch psychogenetischen Elementen eine gewisse Beachtung zu schenken, zumal dort, wo es sich um die Entscheidung der Frage handelt, ob ursprüngliche oder erworbene Faktoren des psychischen Lebens vorliegen.

Erster Abschnitt.

§ 2. Bevor wir zunächst die Frage aufwerfen: „Ist es möglich, durch Sehen allein zur Anschauung

[1]) Eine kurze historische, wenn auch nicht chronologische Zusammenstellung der erkenntnistheoretischen Anschauungen über den Raum gibt Liebmann S. 174 ff. Siehe ferner E. L. Fischer, Theorie der Gesichtswahrnehmung.

[2]) Jodl, Bd. II S. 225.

des Räumlichen zu gelangen?", gehen wir einmal in aller Kürze auf die Einrichtungen und Vorgänge in der Optik und Physiologie ein, die den Gesichtswahrnehmungen überhaupt zugrunde liegen, aber auch nur insoweit, als sie für die Psychologie von Bedeutung sind.

Das Auge ist das natürliche Vorbild einer camera obscura in Gestalt einer Hohlkugel, welche durch die Pupille, das Sehloch, die Lichtstrahlen oder Ätherwellenzüge von außen her aufnimmt. Diese Lichtstrahlen, die von einem bestimmten Punkte der Umgebung ihren Ausgang nehmen, werden zunächst durch die äußere Hornhaut, ferner durch die wässerige Flüssigkeit, die Kristallinse und den Glaskörper gebrochen, die das Innere der Hohlkugel ausfüllen. Nach dem Brechungsprozeß vereinigen sie sich im Auginnern ganz nahe der Netzhaut und können durch geeignete Einstellung des Auges, Akkommodation der Linse, vom Normalsichtigen leicht auf die Netzhaut selbst verlegt werden, (wofern der Ausgangspunkt der Ätherwellen nicht zu nahe liegt). So entsteht ein umgekehrtes, verkleinertes Bild auf der Netzhaut.

§ 3. Die Netzhaut selbst, retina, bildet die innere Rückwand des Auges und besteht aus zehn verschiedenen Schichten, deren tiefliegendste durch mosaikartig nebeneinander stehende Stäbchen und Zäpfchen gebildet wird. Sie stellen den eigentlich lichtempfindlichen Teil der retina dar und sind die Ausläufer des Sehnervs, der die ihm von der Netzhaut mitgeteilte Erregung bis zum Sehzentrum der Großhirnrinde fortführt. Daß auch chemische Vorgänge in der Netzhaut eine Rolle spielen, ist mit Sicherheit erwiesen, jedoch ist die Bedeutung dieser Vorgänge, die besonders Boll,

Kühne[1]) und Engelmann behandelt hat, für das Sehen noch nicht deutlich genug erkannt. Die retina ist nicht an allen Stellen gleichmäßig empfindlich; am meisten ist es der sogenannte gelbe Fleck, macula lutea, der sich unmittelbar gegenüber der Pupille befindet. Er ist zugleich auch der zapfenreichste Teil der Netzhaut. Hingegen ist die Eintrittsstelle des Sehnervs, der blinde Fleck, der etwas gegen die Nasenseite zu gelegen ist, gar nicht lichtempfänglich. Die teilweise Kreuzung der beiden Sehnerven bleibt für unsere psychologische Untersuchung ohne Belang, bedarf aber der Erwähnung. Damit eine Gesichtswahrnehmung zustande kommt, ist eine Erregung der Netzhaut durch ein Bild und die Fortführung dieser Erregung durch den Sehnerven bis zum Sehzentrum der Großhirnrinde eine unerläßliche Bedingung.

§ 4. Fixiert man irgendeinen Punkt der Außenwelt, d. h. stellt man das Auge so ein, daß irgendein Punkt auf den gelben Fleck der Netzhaut fällt, so sieht man unwillkürlich nebst diesem eine Gesamtheit von anderen Punkten rings um ihn herum. Den fixierten Punkt sieht man „direkt", alles übrige umher wird „indirekt" gesehen. Jenes Gebiet, welches ein unbewegtes Auge bei normaler Kopflage geradeausblickend übersieht, heißt „Sehfeld". Deutlich oder direkt gesehen wird aber, wie gesagt, nur der Teil, dessen Netzhautbild auf den gelben Fleck fällt. „Gesichtsfeld" nennen wir den mit einem bewegten Auge überhaupt sehbaren Raum. „Wir sehen" (Vierordt), um es nochmals zu sagen, „vollkommen deutlich, oder direkt, nur die Gegenstände, welche vom Auge gleich

[1]) Vgl. Literaturübersicht.

weit entfernt sind. Die Strahlenbüschel, welche von den Einzelpunkten der direkt gesehenen Objekte ins Auge fallen, vereinigen sich auf der retina und entwerfen somit die geforderten gut kontourierten Bilder. Weniger deutlich erscheint uns aber, was diesseits und jenseits des fixierten Objektes liegt, weil die Strahlen, welche von den näher, bezw. entfernter liegenden Objekten ausgehen, sich erst hinter, bezw. schon vor der Netzhaut vereinigen, und im letzteren Falle nach ihrer Vereinigung wieder auseinandergehen. In beiden Fällen des „indirekten“ Sehens treffen also die von einem Objekt ausgehenden Strahlen nicht einen Punkt, sondern eine Fläche der Netzhaut. Sie bilden auf ihr einen sogenannten „Zerstreuungskreis“. Durch das Ineinandergreifen der Zerstreuungskreise benachbarter Objektpunkte werden die Netzhautbilder mehr oder weniger undeutlich.“

§ 5. Wir werden auf einzelne physiologische Vorgänge beim Sehakte im Laufe unserer psychologischen Analyse noch einzugehen haben und beginnen diese, indem wir uns an die Beantwortung der Frage machen: „Ist das Sehen allein der Urheber der Raumanschauung im menschlichen Bewußtsein?“ Oder, deutlicher gesagt: „Ist es möglich, durch Sehen allein dreidimensionale Körper wahrzunehmen?“ Dabei gehen wir, um es nochmals besonders zu betonen, von der tatsächlichen Voraussetzung aus, daß eine Gruppe sinnlicher Eindrücke das Material darstellt, aus welchem das menschliche Bewußtsein den Aufbau der Raumanschauung vollzieht.

Die Fähigkeit, mit Hilfe des Auges überhaupt zu sehen, ist zweifelsohne als eine ursprüngliche Anlage

zu betrachten. Daß aber die physischen und physiologischen Vorgänge für das Zustandekommen der Gesichtswahrnehmung nicht allein maßgebend sind, daß sogar das Netzhautbild als solches, d. h. in seiner genauen Struktur, für die Seele gar nicht in Betracht kommt, das können wir mit Sicherheit aus folgenden drei Tatsachen entnehmen, die wir beliebig aus der großen Anzahl ähnlicher herausgreifen:

Der blinde Fleck der Netzhaut, jene Stelle der retina, wo der eintretende Sehnerv die Stäbchen- und Zapfenschicht unterbricht, ist, wie wir sahen, lichtunempfindlich. Er hat ungefähr die Gestalt einer Ellipse. Betrachtet man etwa (Mariottescher Versuch) mit dem rechten Auge, bei geschlossenem linken, das Kreuz dieser Figur,



so verschwindet bei einem gewissen Abstande der Papierfläche vom Auge der Kreis vollständig. Auf etwa zwei Meter Entfernung kann auf ähnliche Art durch den blinden Fleck der Kopf einer erwachsenen Person, bei geeigneter Einstellung des Auges auch der Vollmond, ja in maximo sogar eine Fläche von elf Vollmondscheiben zum Ausfall gebracht werden. Das Netzhautbild dieser Objekte fällt eben, wie zuerst D. Bernouilli zeigte, auf die Eintrittsstelle des opticus, dessen Fasern in ihrem Verlaufe gegen Licht unempfindlich sind. Gleichwohl veranlaßt die Unempfänglichkeit des blinden Fleckes der retina keine Störungen beim normalen Sehen, d. h. unter normalen Umständen keinen Ausfall im Gesichtsbild. Wenn wir z. B. gen Himmel blicken, so bemerken wir von einem dunklen Flecken nicht das geringste. Ferner zeigen die paral-

lelen Streifen einer Tapete keine Unterbrechung an ihrer dem blinden Fleck entsprechenden Stelle, nicht einmal dann, wenn das Muster der Tapete wirklich an dieser Stelle unterbrochen wäre. Wir haben nämlich durch Erfahrung gelernt, vermittels der Empfindungen, die von den benachbarten Retinateilen kommen, die Lücke in unserem Sehfeld auszufüllen, und zwar so, daß wir den Zusammenhang der Objekte, deren Retinabilder in den blinden Fleck hineinragen, so „sehen", wie es am einfachsten und wahrscheinlichsten ist und unserem Wissen von den Gestalten der Dinge entspricht. (E. H. Weber, Volkmann.) E. Mach hat auf die Frage, wie denn die Lücke des blinden Fleckes in unserem Gesichtsfelde ausgefüllt werde, eine andere Antwort gegeben: „Wenn wir auch," sagt er in seiner „Analyse der Empfindungen" [1]), „gewohnt sind, jedem Raumpunkte einen Bildpunkt und jedem Bildpunkt eine Empfindung zuzuordnen, so braucht doch die durch den blinden Fleck entstehende Lücke überhaupt nicht ausgefüllt zu werden. Sie wird vielmehr gar nicht empfunden, weil das Fehlen der Lichtempfindungen an einer Stelle im Auge so wenig bemerkt wird, wie etwa die blinde Haut des Rückens eine Lücke im Gesichtsfelde bedingen kann." (Allerdings ist durch Versuche [2]) nachgewiesen worden, daß die Eintrittsstellen der Sehnerven beider Netzhäute nicht korrespondierende oder nahezu korrespondierende Stellen darstellen. Daher würde eine Lücke, die durch den blinden Fleck der einen Netzhaut im Sehfelde entstehen würde, beim binokularen Sehakt schon durch die korrespondierende

---

[1]) Zitiert bei Mangold S. 37.

[2]) Cornelius S. 407, 408.

Stelle der anderen Netzhaut ausgefüllt werden.) Jedenfalls zeigt uns schon das Phänomen des blinden Fleckes, daß das Wahrnehmungsbild unseres Bewußtseins streng zu scheiden ist von dem Netzhautbilde. Das physiologische Sehen ist zwar die unerläßliche Bedingung für das Zustandekommen einer Gesichtswahrnehmung, unser seelisches Bewußtsein nimmt aber mit den ihm vermittelten Reizen psychische Transformationen vor. Über das sogenannte „Problem der Umkehr der Netzhautbilder“, das sich für uns überhaupt gar nicht als ein Problem darstellt, werden wir weiter unten zu sprechen haben.

§ 6. Ich möchte an dieser Stelle nicht verabsäumen, eine von mir selbst gemachte Beobachtung einer Erscheinung mitzuteilen, die ich in der psychologischen Literatur nirgends registriert fand. Aus den verschiedensten Gründen weigern sich die Augenärzte, hochgradig kurzsichtigen Patienten allzuscharfe Konkavgläser zur Korrektur der Sehschärfe zu verordnen. Als Hauptgrund für diese Maßnahme führt man die Erfahrungstatsache ins Feld, daß der Kurzsichtige mit einem so scharfen, meistens bikonkaven Glase schief stehende und bogenförmig verzerrte, verkleinerte Bilder der Objekte auf seiner Netzhaut erhalten würde, da er die Außenwelt ja nicht ausschließlich durch die Mitte der Brillengläser betrachte. Denn die einfallenden Strahlen werden durch die dicken Ränder der Gläser ungleich stärker als durch die dünne Mitte derselben gebrochen. „Diese starken Gläser,“ sagt Hermann Cohn[1]), „nach der neuen Rechnung Nr. 9 bis 20, ver-

[1]) Cohn S. 868.

zerren die Bilder, da sie am Rande sehr dick sind und also wie Prismen daselbst wirken. Sie verkleinern aber auch alles und bringen die Kranken dazu, die Entfernung der Gegenstände für größer zu halten, also falsch zu projizieren.“ Nachdem ich mir gegen den Willen des mich behandelnden Augenarztes trotzdem solche scharfe Augengläser hatte anfertigen lassen, störte diese Verzerrung der Bilder anfänglich tatsächlich, wie es die Ärzte vorausgesagt hatten, in hohem Grade. Aber schon nach einigen Wochen erschien alles in normalem Zustande. Durch Erfahrung hatte ich also gelernt, die zunächst schief und verzerrt erscheinenden Bilder anders zu deuten, so daß keine Sehstörungen nach dieser Richtung hin stattfanden. Das interpretierende Wahrnehmungsurteil errang auch hier das Übergewicht über das ursprüngliche Empfindungsmaterial. Andererseits ist es mir aber noch heute ein leichtes, mich von der tatsächlichen Verzerrung der Netzhautbilder jederzeit zu überzeugen, wenn ich durch Willensintention von der psychischen Gewohnheit abstrahiere und den Ton auf die rein sinnliche Wahrnehmung lege.

§ 7. Wie wir ferner durch die Erfahrung, d. h. durch unser Denken, nicht nur einzelne Strukturteile unseres Netzhautbildes umformen, sondern sogar das gesamte Bild im wahren Sinne des Wortes umkehren können, das zeigen in recht anschaulicher Weise die Versuche, die Stratton in der Psychol. Review 1896, III und 1897, IV veröffentlicht hat. Das Experiment bestand darin, daß Stratton mehrere Tage das linke Auge verdeckte und vor das rechte eine Art Brille tat, durch die auf der retina aufrechte Bilder erzeugt wurden. Zu Anfang sah Stratton die Dinge der Außenwelt ge-

radezu auf den Kopf gestellt und ohne den Eindruck der Realität des Gesehenen. Vieles konnte auch unter Zuhilfenahme des Tastsinns nicht erkannt werden. Eine Vorstellung der Ausdehnung des Gesichtsfeldes über seine wirklichen Grenzen hinaus, wie dies beim normalen Sehakt geschieht, war unmöglich. Weiterhin war die Orientierung bei Bewegungen äußerst erschwert. Die sichtbaren Teile des Körpers wurden doppelt lokalisiert, das einemal richtig auf Grund der Lage- und Bewegungsempfindungen, dann aber verkehrt nach dem Gesichtseindruck. Sehr schnell änderte sich jedoch dieser Gesamtzustand: Das Gesichtsfeld wird immer realer, allmählich findet sich der Experimentator in der neuen Ordnung zurecht. Die störenden Erinnerungsbilder aus der normalen Sehzeit treten immer mehr zurück. Endlich wird das neue Gesichtsfeld auch nach außen hin entsprechend ergänzt, ungesehene Gegenstände, die in das Gesichtsfeld hineinzuragen beginnen, werden richtig antizipiert. Der eigene Hals und Kopf, die niemals durch das Gesicht wahrgenommen werden können, fügen sich am schwierigsten in das neue Weltenbild. Am leichtesten war die Orientierung bei gänzlicher Vertiefung des Geistes in irgendeine Beschäftigung; im Zustande der Reflexion dagegen stritten immer wieder und wieder die alte und die neue Welt miteinander. Schließlich aber erschien alles real und aufrecht. Fürwahr, wohl das schwerwiegendste Beispiel für den Sieg der Erfahrung über das eigentliche Netzhautbild[1]).

---

[1]) Auf diese Versuche Strattons werde ich noch an einer anderen Stelle zurückkommen, wo von den Beziehungen der Tasteindrücke zu den Gesichtseindrücken zu reden sein wird. Erwähnt sei hier noch, daß St. seine Versuche zur Stützung des Empirismus

§ 8. Mit Recht sagt Romanes[1]): „Man darf sich den Vorgang nicht etwa so vorstellen, als ob ein hinter der Netzhaut stehender Beobachter direkt das Mosaik der Netzhauterregungen anschaute," und ebenso zutreffend bemerkt Cornelius[2]) über die Beziehungen des physiologischen und psychologischen Sehvorganges: „Wir können mit Sicherheit nur behaupten, daß das Sehen der äußeren Objekte durch deren Netzhautbilder vermittelt wird." Das Auge ist also nichts weiter als ein optisches Werkzeug, welches den Reiz auffängt, der Sehnerv ist nichts weiter als ein Leitungsapparat, welcher die Nachricht einer Reizung zum Gehirn befördert. Im Sehzentrum der Großhirnrinde geht dann der über alle Maßen rätselhafte Prozeß vor sich, der den physischen Reiz in eine psychische Empfindung transformiert. Die Frage nach der genau präzisierten Lokalisation dieser Transformation ist für die Psychologie ganz nebensächlich. Die psychologische Forschung hat im Grunde genommen erst da einzusetzen, wo die physiologische Forschung aufhört. Wir legen unserer psychologischen Analyse physiologische Betrachtungen deshalb auch nur insoweit zugrunde, als sie zum Verständnis der psychischen Phänomene unbedingt nötig sind. Eine präzisierte Darlegung der Beziehungen

benutzt. Das will mir jedoch bestreitbar erscheinen, und auf jeden Fall bleibt W. Sterns Behauptung beachtenswert, welcher sagt (Zeitschrift für Psychol. und Physiol. der Sinnesorgane, Bd. 18 S. 355): „Empiristisch ist ja lediglich, wie obiger Versuch besagt, die Zuordnung der Raumesdaten verschiedener Sinne; damit ist natürlich nichts über die Ursprünglichkeit der Raumanschauung innerhalb jedes einzelnen Sinnes präjudiziert".

[1]) Zitiert bei Riehl II, 2, S. 57.

[2]) Cornelius S. 513.

zwischen den physischen und psychischen Lebensvorgängen stellen wir der von Fechner [1]) begründeten „Psychophysik" als Sonderwissenschaft anheim.

§ 9. Der Inhalt unserer Gesichtsempfindung setzt sich zunächst aus drei Faktoren zusammen: er besteht aus Intensität, Qualität und Extensität, d. h. wir sehen ursprünglich Farben (d. i. Qualität) in verschiedenen Helligkeitsgraden (das ist Intensität) in einer Ausdehnung (das ist Extensität). Schon das neugeborene Kind unterscheidet Hell und Dunkel. „Schon in den ersten Tagen," sagt Kußmaul, „sieht man Neugeborene die Augen abwechselnd öffnen und schließen . . . Notwendig müssen bei diesen Übungen zugleich die einfachsten sinnlichen Vorstellungen von Hell und Dunkel gewonnen werden [2])." Genauere Beobachtungen über die ersten Sehempfindungen des Neugeborenen hat Preyer an seinem neugeborenen Knaben angestellt [3]): „Lange vor Ablauf des ersten Tages wurde der Gesichtsausdruck des mit dem Antlitz gegen das Fenster gewendeten Kindes plötzlich ein anderer, als ich mit der Hand seine Augen beschattete. Also machte das Dämmerlicht unzweifelhaft schon einen Eindruck." Oder: „Daß mäßig helles Tageslicht gesucht wird, beweist das häufige Wenden des Kopfes nach dem Fenster, wenn ich das Kind von demselben abwendete" [3]). Der

[1]) Fechner, Elemente der Psychophysik 1860. Vgl. auch Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie Bd. I S. 1—12, besonders S. 3 Anm. 1.

[2]) Daß die geregelten Augenbewegungen, wie wir weiter unten zeigen werden, erst durch die Bedürfnisse des Sehaktes erzeugt werden, ist hier außer Betracht zu ziehen. Vgl. unten § 13.

[3]) Preyer S. 4.

bei Raehlmann[1]) erwähnte operierte Blindgeborene, J. Ruben, rief beim Anblick des Kopfes seines Operateurs auf die Frage, was er für eine Gesichtsempfindung habe: „Ich sehe etwas Weißes und Dunkles."

§ 10. Die Farben können wir einstweilen außer acht lassen, da eine einzige Farbe mit wechselnder Intensität zum Aufbau unseres optischen Bildes der Außenwelt vorerst genügt. Die zunächst folgenden Erörterungen sind auch für den Farbenblinden gültig, welcher nur eine einzige Nuance sieht. „Nur Hilfsmittel[2]) sind die Farben zur besseren Unterscheidung einzelner Punkte. Als Farben selbst spielen sie eine psychische Rolle nur in Beziehung zu anderen Sinneseindrücken, ganzen Vorstellungen oder Vorstellungsreihen, wie die Empfindungen der niederen Sinne."

§ 11. Wir haben die flächenhafte Ausdehnung als einen ursprünglichen Inhalt der Gesichtswahrnehmung bezeichnet; denn Helles und Dunkles kann nur als Ausgedehntes empfunden werden. Und wenn operierte Blindgeborene Körper, die man ihnen unmittelbar nach der Operation vorhielt, als flächenhafte Gegenstände irgendwelcher Art deuteten, so folgt eben daraus, daß sie von Anfang an beim ersten Sehen schon flächenhafte Ausdehnung wahrnahmen. Da ferner der Säugling in den ersten Lebenswochen, wie wir noch später sehen werden, einen festen Punkt zu fixieren noch nicht imstande ist[3]), so müssen seine ersten Gesichtswahrnehmungen gleichfalls flächenhaft ausgedehnt sein. „Zweidimensionales Sehen[4]) ist etwas durchaus Ur-

[1]) Raehlmann S. 74.
[2]) Sachs S. 16.
[3]) Preyer S. 24 ff.
[4]) Ebbinghaus S. 441.

sprüngliches und Elementares; es läßt sich aus keinerlei anderen seelischen Erlebnissen oder Vorgängen ableiten und erklären."

§ 12. Ich benutze diese Gelegenheit, um auf einen Punkt hinzuweisen, der vielfach zu argen Mißverständnissen in der psychologischen Literatur geführt hat: Operierte Blindgeborene beziehen bekanntlich sofort nach der Operation ihre Wahrnehmungsbilder auf außerhalb ihres eigenen Körpers gelegene Gegenstände. Selbst der Cheseldensche Blinde[1]), der unmittelbar nach der Operation meinte, daß alle Gegenstände, die er sah, sein Auge berührten, muß diese Gegenstände schon außerhalb seines Körpers, nämlich in einer Entfernung 0, gesehen haben. Aus diesen Tatsachen haben einige Psychologen fälschlich geschlossen, daß die Tiefenempfindung schon im ursprünglichen Inhalt der Gesichtswahrnehmung liege. Meines Erachtens deuten die verschiedenen Aussagen operierter Blindgeborener ganz einerlei, ob sie die Gegenstände schon in einer gewissen Entfernung vom Auge oder auf dem Auge liegend wahrnahmen, nur auf die Externalisation einer Flächenwahrnehmung, keineswegs aber auf eine Tiefenwahrnehmung hin. Denn Tiefenwahrnehmung ist schon die Perzeption eines Verhältnisses verschiedener Ausdehnungen, während wir es beim ursprünglichen Sehen nur mit Flächen zu tun haben, die in einer von allen anderen Daten ganz unabhängigen Entfernung in die Außenwelt lokalisiert werden.

§ 13. Inwieweit kann nun auf Grund der ursprünglichen Gesichtsempfindungen der Ausbau des Sehfeldes

---

[1]) Helmholtz S. 781.

erfolgen? Und welche Momente sind es zunächst, die diesen Ausbau bewirken und die gewaltige Bereicherung des Inhaltes unserer Gesichtswahrnehmungen hervorrufen? — Da bei der Bereicherung des Sehfeldes die Augenbewegungen eine große Rolle spielen, müssen wir bei ihnen verweilen: Man stritt bis vor kurzem heftig darüber, ob das Sehen die Vorbedingung für das Zustandekommen geordneter Augenbewegungen sei, oder ob koordinierte, zweckdienliche Augenbewegungen auf einem bereits angeborenen mechanischen Muskelapparat beruhen und erst das Sehenlernen ermöglichen. Preyer hat einwandsfrei nachgewiesen, daß die atypischen, die asymmetrischen, unkoordinierten Augenbewegungen in den ersten Lebenswochen die Regel und ungeheuer mannigfaltig sind[1]. Es wird z. B. das eine Auge gesenkt, während das andere gehoben wird. Oder: Der Kopf wird nach rechts, die Augen aber dabei nach links gewandt. Ferner: Es folgt dem gesenkten Auge das Lid noch nicht; ja, bei gehobenem Blicke wird sogar das Lid gesenkt[2]. Lassen wir Preyer selbst sprechen: „Schoeler sah in den ersten Tagen bis zum vierten nur unkoordinierte Augenbewegungen und bis zum zehnten Tage noch keine völlig regelrechte Fixation. Am 31. Tage wurde Schielen von mir bei meinem Kinde als selten, am 46. als sehr selten notiert, am 48. und 50. desgleichen, wie überhaupt atypische Augenbewegungen vom 55. Tage an als sehr selten; bis in die 10. Woche kamen sie aber vor, wenn das Kind wach war u. s. w. . . . Diese Konsolidierung des Augenmuskelmechanismus bedingt

[1]) Preyer S. 20 ff.
[2]) Preyer S. 21.

aber keineswegs das Aufhören unnützer koordinierter Augenbewegungen, wie mehrere Erfahrungen dartun." — „Alle diese Beobachtungen sprechen durchweg zugunsten der Annahme, daß der bewußte Sehakt von entscheidendem Einflusse auf die Regulierung der Augenbewegungen ist, daß erst nach der Sonderung der Lichteindrücke in der Sehsphäre den 3 Augenmuskelnerven beider Augen harmonische, zentromotorische Impulse zugehen und daß anfangs, solange nur das Lichtempfindungsvermögen, aber noch nicht das Sehvermögen sich betätigt, die Augenbewegungen nicht assoziiert und nicht geordnet sind . . . Denn brächte der Mensch (wie das Hühnchen und andere Tiere) einen sogleich bei der Geburt funktionierenden bilateral-symmetrischen Nervenmechanismus fertig mit auf die Welt, wie sollte er dann dazu kommen, so viele atypische zwecklose Augenbewegungen auszuführen, ehe er sich permanent jenes Mechanismus bedient? Selbstverständlich hat dessen Ausbildung durch erbliche Anlage eine gewisse Bevorzugung, sofern die Nerven und Muskeln in diejenigen kombinierten Erregungszustände am leichtesten geraten, in welche sie im Laufe unzähliger Generationen bei den Sehübungen früher geraten sind." Über die scheinbare Fixation im ersten Entwicklungsstadium hatte schon Kußmaul zutreffende Beobachtungen gemacht[1]). Diese Beobachtungen sind von Preyer be-

[1]) Kußmaul S. 26: „Die Kinder halten wohl nach Ablauf der ersten acht Tage bei mäßigem Lichte die Augen längere Zeit offen und starren vor sich hin, aber man kann sich leicht überzeugen, daß sie dabei nichts fixieren . . . Erst später lernen die Kinder Gegenstände fixieren, vielleicht von der dritten bis sechsten Woche an, Kinder von sechs Wochen sah ich mit Bestimmtheit Gegenstände fixieren."

stätigt und genauer präzisiert worden[1]). Das Streben nach direktem Sehen hat also die Dienstbarmachung der zunächst atypischen Augenbewegungen zur Folge.

Dieselben Erscheinungen sind bei operierten Blindgeborenen beobachtet worden, obschon naturgemäß in viel schnellerer Aufeinanderfolge, entsprechend dem ungleich mehr entwickelten Bewußtsein. „Gleich nach der Operation,“ sagt Raehlmann[2]) dort, wo er nach Schilderung der Untersuchungen an Johann Ruben und Christine Deutschmann resümiert, „bei den ersten Versuchen zu fixieren sind die Augenbewegungen noch ungeregelt, atypisch, die Fixationsstellung wird schwer gefunden, schwer festgehalten ... Die Augenbewegungen, die zu den Fixationsstellungen notwendig sind, wurden augenscheinlich mühsam erworben und durch Übung gefestigt. Ganz so, wie beim Kinde, nur daß letzteres viel längere Zeit zu dieser Erlernung und Einübung gebraucht. Die atypischen Bewegungen, wie sie bei neugeborenen Kindern und Blinden im wachen Zustande angetroffen werden, finden sich nun auch bei Personen, die zu sehen gelernt haben, wenn die Augenmuskeln für den Sehakt nicht in Anspruch genommen werden, beim gedankenlosen Hinstarren, unter der Wirkung narkotischer Mittel, im Schlafe, überhaupt unter Umständen, wenn das Bewußtsein ausgeschaltet ist. Diese Bewegungen sind, als durch die Bedürfnisse des Sehaktes verlangte, erlernt worden“. Die Beobachtungen Preyers und Raehlmanns werden gestützt durch die Erfahrungen, welche Helmholtz an

[1]) Preyer S. 24—28.

[2]) Raehlmann S. 90.

sich selbst schon vorher gemacht hatte, und die er am Schlusse seiner Ausführungen über „Willkür bei Augenbewegungen“[1]) registriert: „Wären die Augenbewegungen mittels eines anatomisch vorgebildeten Mechanismus koordiniert, so wäre zu erwarten, daß dieser desto widerstandsloser wirken würde im Zustande der Schläfrigkeit, wo die Energie des Willens gebrochen ist. Ich beobachtete indessen regelmäßig, daß, wenn ich abends beim Lesen schläfrig werde, oder nach einem langen Diner aus Rücksicht auf die Gesellschaft mir die Augen offen zu halten strebe, ich Doppelbilder der vor mir liegenden Objekte sehe, welche, bald nur zu große Divergenz, bald verschiedene Höhe, bald abnorme Raddrehungen der Augen anzeigen.“ Im Gegensatz zu Preyer, Raehlmann und Helmholtz stehen Johannes Müller[2]) und Hering[3])[4]).

§ 14. So bedeutungsvoll die Augenbewegungen aber auch für die erste Ausgestaltung des Gesichtsfeldes sind, so ist für unsere psychologische Analyse eine genaue Beschreibung des Apparates, der diese Bewegungen hervorbringt, nicht notwendig. Es genügt hier hervorzuheben, daß er aus sechs Muskeln besteht, von denen je zwei antagonistisch wirken und das Auge um eine gemeinsame Achse drehen. Da infolge der Auspolsterung der Augenhöhle durch Fett eine eigentliche Ortsveränderung, wie etwa bei den Extremitäten, ausgeschlossen ist, können normale Bewegungen desselben nur in Wendungen und Drehungen

[1]) Helmholtz S. 633.

[2]) J. Müller, Handbuch der Physiologie 1840, Bd. II S. 103.

[3]) Hering S. 528.

[4]) Vgl. auch Richard Simon, Zur Lehre von der Entstehung der koordinierten Augenbewegungen. Zeitschr. für Psychol. Bd. 12.

des Augapfels bestehen, so daß der Augapfel in der Höhle wie an Zügeln hin- und hergezogen wird. Die Bewegungen unserer Augen, welche durch eine kombinierte Tätigkeit der genannten Muskeln in mannigfaltiger Richtung vor sich gehen, dienen dazu, die Bilder der Außenwelt auf bestimmte Stellen der Netzhaut hinzulenken. In normalem Zustande wirken, wie schon erwähnt, die bewegenden Muskeln beider Augen dergestalt zusammen, daß sie beiden Augen eine gleichsinnige Bewegung mitteilen. Bei allen Bewegungen fixieren normalerweise beide Augen stets denselben Punkt, so daß sich die Augachsen, die wir vom gelben Fleck aus durch die Mitte der Pupillen ziehen, in dem fixierten Punkte schneiden (Konvergenz). Der Akkommodation haben wir schon einmal eingangs gedacht, wo wir vom Bau des Auges sprachen. Es ist dies die Anpassung des Sehorgans an die verschiedenen Entfernungen der Gesichtsobjekte durch Wölben oder Abflachen der Linse. Auf diese sinnige Art kann eine vermehrte oder verminderte Strahlenbrechung Bilder, welche sonst vor oder hinter die Netzhaut fallen würden, auf die lichtempfindliche Fläche werfen. Während die Akkommodationsfähigkeit jedem Auge, als Organ für sich, zukommt, bezieht sich die Tätigkeit der schon erwähnten Konvergenz auf die Stellung beider Augen zueinander. Unter Konvergenz versteht man, um es deutlich auszudrücken, jene Richtung beider Augachsen, bei welcher sich die Blicklinien in dem fixierten Punkt des Gegenstandes schneiden. Das Bild des angeblickten Punktes gelangt in diesem Falle auf die beiderseitigen Netzhautgruben und wird dann einfach (nicht doppelt) gesehen. Es wirkt also die Konvergenz mit der Akkommodation

zur Verdeutlichung der Gesichtseindrücke zusammen. „Bei normalen Augen[1]) folgt die Akkomodation immer der Entfernung desjenigen Gegenstandes, auf welchem die Blicklinien konvergieren. Bei parallelen Blicklinien sind die Augen für unendliche Ferne eingerichtet, bei konvergierenden für die Nähe, und sind desto stärker akkommodiert, je stärker die Konvergenz ist."

Neuerdings hat jedoch C. Heß[2]) eine bestimmte Art der Unabhängigkeit der Akkommodation von der Konvergenz konstatiert.

§ 15. Schon allein durch die Bewegungen des Auges erweitert sich die Gesamtheit alles dessen, was man ohne Bewegungen sehen kann, und wir gelangen mit Hilfe der mit diesen Augenbewegungen verbundenen Innervations- und Bewegungsempfindungen[3]) zum Ausbau des flächenhaften Sehens. (Die Akkommodations- und Konvergenzempfindungen spielen hierbei einstweilen noch keine Rolle.)

In einer verhältnismäßig sehr kurzen Zeit müssen eine große Menge momentaner Eindrücke dadurch entstehen, daß der Blick mit ungemeiner Schnelligkeit nach allen Richtungen hin- und hergleitet und die verschiedenen Teile des bestrichenen Feldes in raschem Nacheinander auf die empfindlichste Stelle der retina bringt. Diese Eindrücke schließen sich dann zu dem Gesamteindruck der Fläche zusammen, indem sie in der Form eines kontinuierlichen Nebeneinander vorgestellt werden. Ferner verbinden sich natürlich mit

---

[1]) Helmholtz S. 629.

[2]) C. Heß, Arbeiten aus dem Gebiete der Akkommodationslehre in Graefes Arch. für Ophthalmol. Bd. 52 II.

[3]) Über den bedeutsamen Unterschied zwischen Innervations- und Bewegungsempfindungen vgl. Jodl, Bd. I S. 309 ff..

den reinen Lichtempfindungen die Bewegungs-, Muskelkontraktionsgefühle etc. des Auges und assoziieren sich mit diesen gleichzeitig aufgenommenen Lichtempfindungen in unserem Bewußtsein.

Dadurch, daß sukzessive jeder einzelne Punkt (bei ruhendem Kopfe) mit Hilfe der Bewegungen des Auges zum Gegenstand des deutlichsten Sehens gemacht wird, entsteht eine allseitig interpretierte Fläche, aber noch keineswegs ein körperliches Sehen.

„Wir können [1]) nur sagen: Die Seele stellt sich zunächst alle Gegenstände flächenhaft . . . vor, . . . Derjenige Komplex von Empfindungen, welcher von einem einzelnen Retinabilde herrührt, bildet ein geschlossenes Ganzes, während verschiedene Komplexe die von verschiedenen, räumlich getrennten Retinabildern herrühren, auf der bezeichneten Ebene in einem bestimmten Abstande voneinander vorgestellt werden. Denken wir uns also, daß die retina an verschiedenen Orten von den Bildern zweier Gegenstände zugleich gereizt wird, und daß das Auge sich abwechselnd dem einen oder dem anderen Gegenstand zuwendet, um deren Bilder nacheinander auf den empfindlichsten Teil der retina zu bringen, so können wir annehmen, daß die Reihe von Muskelempfindungen, welche sich bei der Bewegung des Auges von einem Gegenstande zum andern in der Seele erzeugt, zum Maße des Abstandes und zugleich als Mittel dient, um die beiden gegebenen Komplexe von Lichtempfindungen im Vorstellen auseinander zu halten. Je kleiner aber der Abstand beider Gegenstände im Raume ist, desto ge-

[1]) Cornelius S. 515.

ringer wird auch der Abstand ihrer Bilder auf der retina und daher auch um so geringer die Drehung des Auges sein, welche nötig ist, damit beide Bilder zum Behufe deutlicher Auffassung nacheinander auf die Mitte der retina gelangen."

Es ist natürlich für einen mit ausgebildetem Bewußtsein begabten Menschen äußerst schwierig, seine Gesichtswahrnehmungen auf diesen primitiven Standpunkt des Flächensehens zurückzuschrauben. Man fragt sich unwillkürlich: „Welches Bild[1]) soll man sich denn von einer Welt ohne Plastik und Tiefe machen?" Aber ähnlich wie der Mathematiker sich einen Punkt ohne Ausdehnung oder eine Linie von einer Ausdehnung niemals vorstellen kann, diese Begriffe aber trotzdem seinem ganzen Lehrgebäude fundamental zugrunde legt, ähnlich ist der psychologische Forscher gezwungen, die Wahrnehmungsprozesse in ihre fundamentalen Bestandteile zu analysieren, selbst wenn es auch schwer ist, die einzelnen Gebilde und Phasen des Komplexes bei der retrospektiven Betrachtung des entwickelten Bewußtseins sich genau vorzustellen. Ebbinghaus antwortet auf die eben aufgeworfene Frage mit Recht[2]): „Das ganz junge Kind sieht alles lediglich nebeneinander, ausgedehnt nach Höhe und Breite. Aber nicht etwa in einer Fläche vor sich, noch auch in einer Fläche, die auf seinem Auge liegt oder durch seinen Kopf geht, sondern in einer Fläche, wenn man das irreleitende Wort gebrauchen will, die von Form und Ort so wenig an sich hat wie umgebender Nebel oder eine umgebende Flüssigkeit oder wie die Zeit

[1]) Ebbinghaus S. 427.
[2]) Ebbinghaus S. 429.

von Gradheit und Krümmung. Sein eigener Körper liegt auch in dieser Fläche, soweit es ihn sieht, und wann es ihn sieht.“ Daß das Bild vom Raume wirklich diese Gestalt annimmt, davon wird sich jeder überzeugt haben, dem einmal im Leben, sei es in der medizinischen Narkose oder bei einer starken Alkoholvergiftung, das Bewußtsein zu schwinden begann.

§ 16. Wenn wir in § 11 die flächenhafte Ausdehnung als ursprünglichen Inhalt jeder Gesichtswahrnehmung bezeichneten, uns in dieser Hinsicht also zu einer Art „Flächennativismus“ bekennen mußten, so steht das keineswegs in Widerspruch mit unserer Deduktion, daß die allseitige Ordnung der räumlichen Eindrücke beim Flächensehen erst nach und nach erlernt wird.

Allerdings sieht das Kind ursprünglich von Anfang an eine Fläche, der operierte Blindgeborene sieht unmittelbar nach der Operation die Gegenstände als Flecke vor seinem Auge schwimmen, er lernt jedoch, einen Kreis von einem Quadrat nur mühsam unterscheiden[1]). Die genauere Kenntnis der Flächenumrisse und all ihrer Partien muß also erst erworben werden.

Wir haben dann weiter von der „allseitig interpretierten Fläche“ gesprochen und diese genaue Interpretation dabei vorerst in Kürze von den Augenbewegungen abgeleitet, wobei wir einen Assoziatonsprozeß zwischen den Bewegungsempfindungen des Auges und den reinen Lichtempfindungen nach den Regeln der Kontiguität zugrunde legten. Vielleicht wird uns an dieser Stelle jemand einwenden: „Wenn, wie

[1]) Vgl. den bei Uhthoff, Zeitschrift für Psychol., Bd. 14 S. 197 erwähnten Blindgeborenen.

bewiesen, die Bedürfnisse des Sehaktes dem Kinde erst das geordnete Funktionieren des Augenbewegungsapparates ermöglichen, wie in aller Welt können kinästhetische Empfindungen es sein, die dem Kinde die räumliche Ordnung der Eindrücke beim Flächensehen herbeiführen? Ist das nicht ein krasser Widerspruch?" —

Dazu ist zu bemerken: Die Darlegungen des § 13, die sich auf die entsprechenden Preyerschen Beobachtungen stützen, scheinen sich im allgemeinen mehr auf das Erlernen von koordinierten Bewegungen beider Augen, als auf das Erlernen zweckmäßiger Bewegungen des einen Auges zu beziehen. Das letztere geht ungleich rascher vor sich. Beides natürlich beim Kinde langsamer als beim operierten Blindgeborenen. So hat z. B. der bei Ahlström erwähnte operierte Blindgeborene[1]) zwar vor der Operation absolut keine Herrschaft über seine Augenbewegungen, erlangt diese aber nach der Operation ziemlich rasch. Nun sind die Beziehungen zwischen den geordneten Bewegungen auch des Einzelauges zu den Bedürfnissen des Sehaktes nicht etwa in naiver Weise so aufzufassen, als ob das Kind erst eine völlig genaue Interpretation des Gesehenen erlernt haben müßte, und dann plötzlich eine Herrschaft über seinen Augenbewegungsmechanismus erzielt, sondern, obschon die Lichteindrücke das zeitlich primäre, die zweckmäßigen Augenbewegungen das sekundäre Element darstellen, so ist es doch ganz einleuchtend, daß beide bald nach der Geburt in einen Cirkulus intensivster Wechselbeziehungen treten, und daß die Augenbewegungen sehr bald ihrerseits einen ent-

[1]) Ahlström S. 113.

scheidenden Einfluß auf die Entwicklung des Sehens ausüben.

Es erscheint mir hier noch erforderlich, auf einige Theorien einzugehen, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und rein optischen Eindrücken näher befassen. Es handelt sich dabei, dies sei noch einmal deutlich gesagt, um die Frage: „Wie geht es zu, daß wir den Inhalt bestimmter Empfindungen auf ganz bestimmte Stellen der Fläche zurückführen? Weshalb lokalisiere ich z. B. diesen roten Fleck, den ich sehe, eben an dieser Stelle im Verhältnis zu (über oder unter, links oder rechts von) jenem Blau, das ich zugleich sehe?"

Einen Versuch, diese Frage zu beantworten, stellt Lotzes bekannte „Lokalzeichentheorie" dar, die er in der „Medizinischen Psychologie"[1]) und in der „Metaphysik"[2]) verficht. In neuerer Zeit wird dieselbe Theorie in nur sehr wenig modifizierter Form von Th. Ziehen[3]) in seinem „Leitfaden der physiologischen Psychologie" vertreten.

Was zunächst das Wort „Lokalzeichen" betrifft, so ist es der Mathematik entnommen und soll dort nach Klügels Mathematischem Wörterbuch (Bd. III, S. 480) das Kennzeichen eines Gliedes einer Potenzreihe bedeuten, welches die Stellung dieses Gliedes innerhalb der Reihe bestimmt. Während Meißner schon das Prinzip der Lokalzeichen in die Psychologie übernommen hatte, ohne jedoch das Wort selbst zu gebrauchen, war Lotze der erste, der auch den Aus-

[1]) S. 330 ff.
[2]) S. 543 ff.
[3]) S. 101 f.

druck in diese Wissenschaft übernahm, nachdem er allerdings seine Bedeutung wesentlich umgestaltet hatte.

Lotze nimmt zur Erklärung der „Lokalisation eines Empfindungselementes in der räumlichen Anschauung" an, es müsse jede Erregung vermöge des Punktes im Nervensystem, an welchem sie stattfindet, eine eigentümliche Färbung erhalten, die er Lokalzeichen nennt. Diese Lokalzeichen bestehen für das Auge in Bewegungsempfindungen des Augenmuskelapparates. Das Auge stellt sich stets, und zwar anfangs durch einen Reflexbogen, so ein, daß ein beachteter Eindruck auf die Stelle des deutlichsten Sehens gebracht wird. Es entspricht also einem jeden Punkte der Netzhaut eine bestimmte Bewegungsgröße. Mit jeder Netzhauterregung verschmilzt ein solcher qualitativer Nebeneindruck. Wir möchten aber an dieser Stelle darauf hinweisen, daß Lotze — was vielfach übersehen wird — den wirklichen Bewegungen des Auges und den Muskelgefühlen, die mit ihnen verbunden sind, eine nur sehr untergeordnete Bedeutung zuschreibt und sich ihrer Überschätzung widersetzen zu müssen glaubt[1]).

Diese Lokalzeichentheorie sollte nach Lotzes Absicht gar nicht erklären, wie wir überhaupt zur Raumanschauung kommen, sie bezog sich vielmehr nur auf die L o k a l i s a t i o n der Empfindung[2]).

Er nennt die Gesamtheit der Lokalzeichen ausdrücklich „ein an sich ganz unräumliches, arithmetisch-qualitatives Reihensystem" und betont besonders[3]): „daß und warum eine Seele diese qualitativen Diffe-

---

[1]) Med. Psychologie S. 381.

[2]) Lotzes Mitteilung an Stumpf, in Stumpf S. 321 ff.

[3]) S. 322.

renzen zwischen zwei Gliedern grade in Gestalt eines räumlichen Nebeneinander auffassen müsse, konnte ich nicht deduzieren wollen. Vorausgesetzt vielmehr, daß aus irgendwelchem unbekannten Grunde und in bezug auf eine gewisse Gruppe von Eindrücken für die Seele die Notwendigkeit einer solchen Anschauungsweise einmal bestehe, habe ich nur gefragt, wonach sie sich richte bei der Verteilung ihrer Eindrücke an bestimmte Stellen dieses Raumes". Hatte Lotze also gar nicht beabsichtigt, etwas über den Ursprung der dreidimensionalen Anschauung zu sagen, sondern nur behauptet, daß jede räumliche Anordnung gegebener Objekte in der Seele durch eine qualitative Ordnung unräumlicher Eindrücke ersetzt und aus dieser für die Anschauung rekonstruiert werden müsse, so verhält sich dies anders mit einer zweiten Lokalzeichentheorie, nämlich mit der Wundtschen „Theorie der komplexen Lokalzeichen". Wir haben uns mit dieser Theorie jedoch nur insoweit zu befassen, als sie sich auf das Flächensehen bezieht.

Wundt verwirft nicht nur den Nativismus, sondern auch den Empirismus in der gewöhnlichen Form, wie ihn etwa Helmholtz vertritt[1]). Er gibt zu, daß die Erfahrung uns die Kenntnis des Verhältnisses der Außendinge zu ihren Netzhautbildern und zu der Lage unseres Körpers und Kopfes vermitteln muß, wenn wir durch sie eine genaue Kenntnis der Räumlichkeit unserer Wahrnehmungen erhalten sollen. Dazu sind drei Dinge erforderlich:

1. Die Kenntnis von der Lage und Stellung unseres Körpers, 2. die Kenntnis von der Stellung unserer

---

[1]) Vgl. Wundt, Zur Theorie der räumlichen Gesichtswahrnehmungen. Philos. Stud. Bd. 14 S. 1 ff.

Augen im Kopf, 3. die Unterscheidung der Reizung einer Netzhautstelle von der jeder anderen.

Die erste Kenntnis liefert der Tastsinn, die zweite bringen die Innervationsempfindungen des Auges, die dritte die Lokalzeichen. Aber, so meint Wundt, keines dieser Materialien könnte uns durch die Erfahrung räumliche Wahrnehmung vermitteln, wenn dieselbe nicht bereits in ihnen gegeben, also angeboren wäre. Jedoch es gibt hier außer dem „Angeborenen" und „durch Erfahrung Erworbenen" noch ein Drittes: „das durch Verschmelzung, Assimilation und Assoziation Gewordene." Das ist die genetische Theorie Wundts.

Die Lokalzeichen sind „qualitative Unterschiede der Netzhautempfindungen, die vom Ort des Eindrucks abhängen". Das kann nur heißen, daß ein objektiv gleicher Lichteindruck auf verschiedenen Netzhautstellen eine verschiedene qualitative Färbung zeigt[1]). Die Innervationsempfindungen sind in der Hauptsache Spannungsempfindungen, die die Bewegungen und Stellungen des Auges begleiten (oder auch nur die Impulse dazu; in diesem Falle wären sie eine Art „zentraler Empfindungen"). Sie bilden ein intensiv abgestuftes System. Diese Verschmelzung verschiedenartiger Empfindungen, nämlich qualitativer und intensiver, bilden die sogenannten komplexen Lokalzeichen, und eben erst aus ihrer Verschmelzung entwickelt sich das extensive Gesichtsfeld.

Es kann nun nicht im Bereiche unserer Aufgabe liegen, hier eine ins einzelne gehende Widerlegung dieser beiden Theorien, der Lotzeschen und Wundt-

---

[1]) Eine vernichtende Kritik dieser Lokalzeichen findet sich in Helmholtz S. 740.

schen, zu geben. Einige berechtigte Einwände gegen die erstere macht Robert Müller[1]), auf die wir an dieser Stelle verweisen. — Hängt nach Lotze — wir wollen nur auf einige hauptsächliche Momente hindeuten — die Lokalisation einer Netzhautreizung von der Augenbewegung ab, die notwendig ist, um den betreffenden Raumpunkt nach der Stelle des deutlichsten Sehens zu bringen, so könnte eben diese Stelle selbst kein Lokalzeichen haben. Nun ist aber der gelbe Fleck bekanntlich kein Punkt, sondern eine Fläche. Wird also ein Punkt der fovea gereizt, so liegt keine Nötigung zu einer einstellenden Augenbewegung vor, der betreffende Punkt, wie auch alle anderen Punkte der fovea, hätten kein Lokalzeichen, und wir hätten keine Möglichkeit, die einzelnen Raumpunkte, die diesen Reizungen entsprechen, diskret zu sehen. Dem widerspricht aber die Tatsache, daß gerade die fovea das feinste Lokalisationsvermögen besitzt.

Und nun sei uns noch ein Wort über die Augenbewegungen selbst gestattet. Wir haben früher eingehend auf ihre Bedeutung hingewiesen, wir fanden diese darin, daß sie uns mit den Einzelheiten des Gesichtsfeldes besser bekannt machen. Und selbst wenn Lotze sich, wie wir vorhin gezeigt haben, einer Überschätzung der Bedeutung der Augenbewegungen widersetzt, so können wir doch nicht umhin, aus seiner sowohl, wie aus der Wundtschen Theorie herauszulesen, daß die Muskel- und inneren Tastempfindungen des Auges ein sehr genaues Maß darstellen. Dagegen sind wiederum viele Einwände erhoben worden. Besonders die Nativisten wollen davon nichts wissen.

---

[1]) Robert Müller, Über Raumwahrnehmung bei monokularem indirektem Sehen. Leipzig. Dissertation 1898.

Auch Aubert[1]) behauptet, daß die „Promptheit" der Ausführung intendierter Augenbewegungen nur möglich sei durch die Feinheit des Augenmaßes (d. h. der Lokalisation), mit der wir die Entfernung eines indirekt gesehenen Punktes vom fixierten abschätzen können[2]).

Und nun sei zum Schluß, bevor wir die Augenbewegungen verlassen, noch auf einen Punkt hingewiesen. Angesichts des Einwandes, den wir gegen Lotze erhoben, könnte man uns jetzt fragen: „Wie steht es denn mit der Interpretation der Fläche bei ruhendem Auge? Hier kann doch keine Assoziation von optischen Eindrücken und Muskelempfindungen stattfinden, weil das Auge doch stille steht?" Darauf ist zu antworten, daß wir uns durch die über die Ausdehnung der Objekte früher gemachten Erfahrungen sehr wohl der Stärke der Innervation bewußt sind, die notwendig wäre, um den einen oder den anderen Gegenstand von einem peripheren Punkte der Netzhaut aus auf die Stelle des deutlichsten Sehens zu bringen. Auf diese Weise sind wir imstande, schon bei ruhendem Auge Ausdehnung etc. wahrzunehmen.

§ 17. Nun sieht aber der erwachsene Mensch nicht nur zweidimensionale Flächen, sondern auch dreidimensionale Körper. Zur Länge und Breite kommt die Tiefe hinzu. Wie ist das zu erklären? Wir haben bisher nur im allgemeinen vom Sehen überhaupt gesprochen, ohne zwischen monokularer und binokularer Betrachtung zu unterscheiden. Viel-

---

[1]) S. 629.

[2]) Vgl. zu dieser Kontroverse Jodl I S. 420 ff.

leicht, daß das Körpersehen durch das binokulare Sehen, das Sehen mit beiden Augen zugleich, zustande kommt? — Um diese Frage beantworten zu können, ist es erforderlich, uns zunächst einmal den Unterschied zwischen dem monukolaren und binokularen Sehakt klar zu machen. Es steht fest, daß der normalsichtige Mensch von jedem Gegenstand zwei Netzhautbilder empfängt. Davon kann man sich überzeugen, wenn man durch einen Druck den einen Augapfel aus der normalen Lage bringt. In diesem Augenblicke erscheint nämlich jeder Gegenstand sofort doppelt. Wenn wir ferner in einigem Abstand den Finger vor die Augen halten und dabei etwa die dahinterstehende Lampe fixieren, so erscheint uns der Finger doppelt, akkommodieren und konvergieren wir dagegen auf den Finger, so erhalten wir ein Doppelbild der Lampe. Die Fähigkeit, die beiden Netzhautbilder im Bewußtsein zu einem Wahrnehmungsbild zu verschmelzen, hängt also zunächst zweifelsohne mit der normalen Stellung der beiden Augen und mit der zugeordneten normalen Blickrichtung zusammen. Johannes Müller hat zur Erklärung der Tatsache, daß wir von jedem Gegenstand zwei Netzhautbilder empfangen, gleichwohl im Bewußtsein diesen Gegenstand normalerweise nur einmal wahrnehmen, ein Gesetz aufgestellt, welches besagt[1]): „Die Punkte beider Netzhäute entsprechen einander paarweise. Gleichartige Erregungen solcher korrespondierender Punkte werden als eine empfunden.“

Die Johannes Müllersche Identitätslehre bildet noch heute die Grundlage aller Einsicht in die hier

[1]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 2, 1840, S. 376—384.

in Frage stehenden Erscheinungen, obschon wir von ihm die Ursache dieser gesetzmäßigen Erscheinung nicht hinreichend erklärt erhalten. Seine Behauptung nämlich, daß das Einfachsehen mit den identischen Stellen beider Netzhäute einen organischen Grund haben müsse, können wir als überholt betrachten.

§ 18. Was sind nun korrespondierende Stellen[1])? „Denkt man sich[2]) die beiden Netzhäute wie zwei Schalen so ineinandergelegt, daß die beiden Stellen des deutlichsten Sehens, also die beiden Zentralgruben oder gelben Flecke, zur Deckung kommen, so sind diese beiden, wie alle übrigen einander deckenden Punkte, korrespondierend, einander zugeordnet.“ Korrespondierende oder identische Punkte sind also hauptsächlich die Mittelpunkte der foveae centrales, sowie im großen ganzen alle die Stellen, die von diesen in gleicher Richtung gleich weit entfernt sind. Jeder fixierte Gegenstand wird von normalen Augen unter allen Umständen einfach gesehen. Die korrespondierenden Stellen fallen, wenn man sich die beiden Netzhäute so übereinander geschoben denkt, daß die beiden blinden Flecke sich decken und die Sehnervaustrittsstellen rechts und links von diesem Deckpunkte in einer ihn schneidenden geraden Linie liegen, durchweg aufeinander. Helmholtz[3]), der die Sinnesempfindungen einfach als Zeichen ansieht, deren Interpretation erst erlernt werden muß, kommt zu einem

[1]) Vgl. die feine, aber für unsere Beweisführung nicht in Betracht kommende dreifache Unterscheidung zwischen korrespondierenden, identischen Punkten und Deckpunkten bei Wundt, Bd. 2 S 600.

[2]) Mangold S. 70.

[3]) Helmholtz S. 845.

ganz anderen Resultat wie Joh. Müller: Die Korrespondenz der Netzhäute und das Einfachsehen ist für ihn nicht angeboren. Und er hat recht: Unsere Sinnesorgane geben uns nichts weiter als Zeichen für äußere Vorgänge und Objekte, und erst Übung und Erfahrung bringen Beziehungen von derartig zweckmäßiger Vollendung hervor, wie es die Korrespondenz der Netzhäute und das Einfachsehen sind. Von Geburt an ist der Mensch bestrebt, alle Gegenstände, die durch Licht und Farbe sein Interesse erregen, immer gleichzeitig auf die beiden Zentren der Netzhautgruben zu bringen, sie mit beiden Augen gleichzeitig zu fixieren. So wird von Jugend an auf beiden Mittelpunkten stets dasselbe Objekt abgebildet, und der Tastsinn allein ist es, der uns von dem nur einmaligen Vorhandensein dieses Objektes unterrichtet. Dann bildet sich auf dieser Grundlage die übrige Zuordnung der Netzhautpunkte aus, und auch hier entwickelt sich erst unter der Kontrolle des Tastsinnes die Erkenntnis, daß der Erregung zweier Netzhautpunkte immer nur ein Objektpunkt zugrunde liegt. Wundt[1]) ist dann weitergegangen und hat über die häufigste Verbindung der binokularen Netzhauteindrücke, die variabel ist, folgendes Gesetz aufgestellt: „Die Erregung solcher Netzhautpunkte, die in der großen Mehrzahl der Fälle übereinstimmenden Objektpunkten entsprechen, erzeugt leichter eine einfache Vorstellung, als die Erregung solcher, bei denen eine Beziehung dieser Art seltener eintritt."

§ 19. Wir wollen einmal vier Fälle des binokularen Sehens auseinander halten:

1. Korrespondierende Netzhautstellen werden von gleichen Reizen getroffen.

[1]) Wundt, Bd. 2 S. 610.

2. Korrespondierende Stellen werden gleichzeitig von ungleichen Reizen getroffen.
3. Disparate Stellen [1]) werden von gleichen Reizen getroffen.
4. Nicht genau korrespondierende, aber auch nicht disparate, sondern korrespondierenden Stellen sehr naheliegende Punkte werden von gleichen Reizen getroffen.

Auf die Frage, was eintritt, wenn korrespondierende Netzhautstellen von gleichen Reizen getroffen werden, haben wir bereits präzise geantwortet.

Bei gleichzeitiger, aber verschiedener Reizung zweier korrespondierender Stellen tritt am häufigsten der sogenannte Wettstreit der Sehfelder in Erscheinung, d. h. ein Wettstreit der den beiden Augen dargebotenen Eindrücke: Eine Zeit lang kommt das dem einen Auge angehörige Bild zur Perzeption, plötzlich verschwindet es, und wir sehen nun sofort das dem anderen Auge gebotene Bild. Es kommt auch vor, daß beide Bilder mit verschiedenen Teilen ineinander geraten. Aber auch hier macht sich eine fortwährende Unruhe und Abwechselung geltend. Lenkt man seine Aufmerksamkeit mit besonderer Energie dem einen Bilde zu, so gelingt es, das andere längere Zeit vollständig zu unterdrücken, wovon man sich beim Mikroskopieren mit beiderseits offenen Augen überzeugen kann.

Was geschieht nun aber weiter, wenn objektiv gleiche Reize auf disparate Stellen der beiden Netzhäute einwirken, vorausgesetzt, daß die Disparation der gereizten Stellen eine gewisse Größe überschreitet? Wir sehen die Gegenstände in diesem Falle zweimal

[1]) So hat Fechner zuerst die nicht korrespondierenden Stellen bezeichnet.

und sprechen von einem Doppelbild. Im § 17 wurde bereits erwähnt, daß man ein solches Doppelbild erhält, wenn man den einen Augapfel durch Druck aus der normalen Konvergenzstellung bringt. Oder man hält beim binokularen Fixieren ein Prisma vor das eine Auge. Die Wirkung ist dieselbe.

Hierbei drängt sich einem unwillkürlich die Frage auf: Wie kommt es denn, daß der unbefangene Mensch von der Existenz solcher Doppelbilder beim gewöhnlichen Sehen überhaupt nichts weiß, während man sie ihm doch jederzeit unter den gleichen äußeren Bedingungen als vorhanden nachweisen kann? Das rührt insbesondere daher, daß wir nur die Objekte ganz genau sehen, denen wir unsere Aufmerksamkeit ganz zuwenden. Das wenig Beachtete wird auch unsicher wahrgenommen. Und ferner wird ja, wie gesagt, das eine von zwei Doppelbildern durch den Wettstreit der Sehfelder gänzlich unterdrückt.

§ 20. Wir kommen nunmehr zum vierten Fall. Er enthält die Bedingungen, unter denen der normale binokulare Sehakt vonstatten geht. Hier werden nämlich von demselben Reize auf beiden Netzhäuten Stellen getroffen, die zwar nicht genau korrespondieren, korrespondierenden Punkten jedoch sehr nahe liegen. Dadurch, daß beide Augen beim normalen Direktsehen nur einen gemeinsamen Punkt fixieren, obgleich sie doch an verschiedenen Stellen des Raumes liegen, erhalten die beiden Netzhäute etwas verschiedene Bilder desselben Objektes. Oder, anders ausgedrückt: Die Disparation der qualitativ gleichen Netzhautbilder ist eine relativ geringe. Jetzt erscheinen uns die Objekte zwar einfach, aber in einer etwas anderen Tiefe als die mit genau korrespondierenden Stellen gesehenen

Gegenstände, d. h. etwas näher oder ferner als diese. Es kommen nämlich durch die Projektion nach außen[1]) zwei ein wenig disparate Netzhautbilder zur Deckung, wofern die Disparation sich von der Identität nicht zu sehr entfernt; und es wird sich der Ort, an dem dies erfolgt, in um so größerer Entfernung vom fixierten Punkte befinden, je größer die Disparation ist.

Die aus der seitlichen Distanz der Augen sich ergebende Inkongruenz der Netzhautbilder, resp. die psychische Verschmelzung dieser inkongruenten Netzhautbilder beider Augen zu einem einheitlichen Seheindruck, erhöht unter allen Umständen den plastischen Eindruck des Gesehenen.

Wir werden bei anderer Gelegenheit noch darüber zu sprechen haben, daß, umgekehrt, die Größe der Disparation zum Maße der Entfernung wird für den dieselbe veranlassenden Raumpunkt vom jeweiligen Fixationspunkte[2]).

§ 21. Die Tatsache, daß die perspektivische Verschiedenheit beider Netzhautbilder das körperliche Sehen befördert, auf die schon Leonardo da Vinci in seinem „Trattato della Pittura“ aufmerksam macht, hat zur Verwertung des Stereoskops geführt. Die Konstruktion des Stereoskops, das von dem englischen Physiker Wheatstone erfunden wurde und inzwischen vielfach verbessert worden ist, ist heute im wesentlichen folgende: Je[3]) eine Kombination eines Prismas und einer Konvexlinse für beide Augen, dazwischen eine trennende Scheidewand, welche verhindert, daß

---

[1]) Vgl. Siegel S. 34.

[2]) Vgl. auch Liebmann S. 81 ff.

[3]) Elschnig S. 14, 15.

das dem einen Auge gebotene Bild auch von dem anderen wahrgenommen werden kann. Man legt nun in das Stereoskop ein Doppelbild, dessen Hälften zwei gesonderten Aufnahmen desselben Objektes von verschiedenen, jedoch einander ganz nahe gelegenen Standorten aus entstammen. Diese beiden stereoskopischen Aufnahmen decken sich hinsichtlich ihrer Konturen nicht ganz genau. Sie zeigen eine nur wenig größere Disparation, als die Netzhautbilder bei Betrachtung des Objektes mit freien Augen aufweisen würden; jedoch ist diese Verschiedenheit bei der normalen Betrachtung nicht wahrnehmbar. (Das Prisma bezweckt dabei, die beiden den einzelnen Augen gebotenen Bilder auf die Mitte der gelben Flecke zu bringen, damit sie in diesem Momente zu einem Eindrucke verschmolzen werden). Blicken wir nun durch die Gläser des Stereoskops, so werden beide Objektbilder zu einem Bilde vereinigt. Dies erscheint uns vollkommen plastisch und körperlich. Es findet also derselbe Prozeß wie beim menschlichen Doppelauge statt. Und zwar ist auch beim stereoskopischen Betrachten die Plastizität des Bildes um so größer, je weiter bei der Aufnahme die Standorte der photographischen Apparate voneinander entfernt waren, wobei wiederum eine bestimmte Grenze nicht überschritten werden darf. Legt man nämlich bedeutend verschiedene Halbbilder desselben Objektes in das Stereoskop, so findet eine Verschmelzung zu einem Gesamteindruck nicht statt, genau wie beim menschlichen Auge, wenn die Augäpfel aus ihrer normalen Lage gebracht, d. h. völlig disparate Netzhautstellen gleichzeitig gereizt werden.

§ 22. Daß das binokulare Sehen, das Sehen mit zwei Augen, von hervorragender Bedeutung für die Ausbildung des dreidimensionalen Sehens ist, steht also außer Zweifel. Wir sagen aber ausdrücklich „für die Ausbildung, für die Vervollkommnung“ des plastischen Sehens. Denn noch ist der Beweis nicht erbracht, daß dreidimensionales Sehen durch binokulares Sehen erzeugt wird. Noch ist nicht bewiesen, daß der binokulare Sehakt zu dem Flächensehen, wie wir es oben (§ 16) entwickelten, ursprünglich die dritte Dimension hinzufügt. Gegen die Annahme, daß dies der Fall ist, spricht zunächst in ganz hervorragendem Maße die Erscheinung des sogen. Kinderschielens. Unter Kinderschielen versteht man das bei den meisten Kindern noch viele Monate nach der Geburt beobachtete häufige Auftreten unassoziierter, unkoordinierter Augenbewegungen[1]. Wir haben auch darüber anderwärts bereits gesprochen (§ 13). Obschon nun solche Kinder offenbar nicht binokular, d. h. nicht mit fast korrespondierenden Stellen beider Netzhäute sehen, so ist in dieser Zeit die Erschließung der dritten Dimension längst vor sich gegangen.

Sie muß also anderswoher genommen worden sein. Im § 13 hatten wir gezeigt, daß es die Bedürfnisse des Sehaktes sind, d. h. das Streben nach präzisierter Ausgestaltung der Gesichtswahrnehmungen, welche erst die vollkommen harmonische Ordnung der Augenbewegungen erzeugen. Schon aus dieser Tatsache allein muß geschlossen werden, daß ein körperliches Sehen beim Menschen bereits stattfindet, bevor von einer normalen Kooperation beider Augen die

[1] Vgl. Preyer S. 20 ff.

Rede sein kann[1]). Körperliches Sehen wird durch binokulares Sehen zwar gefördert, aber nicht erzeugt.

§ 23. Dieser Satz erfährt eine weitere Bestätigung durch die Beobachtungen, welche man an von Geburt an Einäugigen oder Amblyopischen gemacht hat. (Bei Amblyopie wird nämlich das Bild des schwachsichtigen Auges getilgt.) Sowohl der Einäugige wie der Amblyopische sehen naturgemäß nicht binokular. Aber sehen sie deshalb nicht auch körperlich? Unbedingt. — Nun, wendet man ein, wenn ein Normalsehender das eine Auge schließt und dann einäugig die Welt betrachtet, so sieht er alles in schwächerer Modellierung und mit manchen Irrtümern. Ja, aber damit wird ja gerade zugegeben, daß der Eindruck der Tiefe als solcher nicht verschwindet, sondern sich beim einäugigen Sehen nur abschwächt. Es ist sogar in der Jüngstzeit[2]) von Brown und Straub mit Erfolg der Versuch gemacht worden nachzuweisen, daß man durch Verwertung der parallaktischen Verschiebung mit einem Auge sehr wohl plastisch oder körperlich sehen kann. Läßt man in dem als Kinderspielzeug wohlbekannten Stroboskop die Bilder verschiedener Phasen, in denen ein Körper, z. B. ein Kegelstumpf, einem Auge erscheint, wenn das Auge in der Horizontalebene vor dem betreffenden Körper nach links oder nach rechts seitlich verschoben wird, vor dem Auge vorbei passieren, so wird in der Tat das abgebildete Objekt körperlich

---

[1]) Damit wird noch keineswegs behauptet, daß eine korrekte Distanzenschätzung ungleich weit vom Auge entfernter Gegenstände schon in dem Augenblicke fertig ausgebildet sein muß, wo die Konvergenz der Augen ein für allemal harmonisch funktioniert.

[2]) Vgl. Elschnig S. 19.

erscheinen können. Auch E. G. Kolbenheyer[1], der Vertreter der sogenannten sensoriellen Theorie, hält es für keineswegs ausgeschlossen, daß ein Relief, wie er die Plastizität stets bezeichnet, auch monokular wahrgenommen werden kann. „Es ist mir bisher nur auf künstliche Weise gelungen, ein monokulares Relief zu erzielen. Doch deuten diese Versuche darauf hin, daß es auch den monokularen Reaktionen nicht an Innervationsreizen mangelt, die bei einem monokular geübten Beobachter vielleicht ein ähnliches Relief erzeugen können, als der normale binokulare Sehakt ergibt." „Unter Umständen kann," sagt Ebbinghaus[2]) „die Tiefenwahrnehmung eines Auges besser sein, als die der beiden zusammen. Wenn man ein entsprechend gemaltes Bild einäugig oder wie der Kunstkenner durch die hohle Hand betrachtet, so geht es auseinander, wie man sagt, d. h. die Wasserflächen, Alleen, Säulenhallen erstrecken sich sichtlich von dem Beschauer fort, statt von unten nach oben, wie sie gemalt sind: die Illusion kommt dem Eindruck der Körperlichkeit wesentlich näher, als bei zweiäugiger Betrachtung."

Ich möchte hier wieder einmal zur Illustration meiner Beweisführung eine Erfahrung aus meinem eigenen Leben mitteilen: Von Jugend an auf beiden Augen höchstgradig kurzsichtig, entschloß ich mich im Alter von 17 Jahren, zur Hebung der Kurzsichtigkeit mich der Fukalaschen Myopieoperation zu unterziehen, zunächst auf einem Auge[3]). Nachdem die vorher

---

[1]) S. 40.

[2]) S. 424.

[3]) Vgl. darüber Fukala, Heilung höchstgradiger Kurzsichtigkeit durch Beseitigung der Linse.

künstlich getrübte Linse aus dem rechten Auge gänzlich entfernt war, sah ich mit diesem alle Gegenstände viel genauer, weil das Auge nur noch einen ganz geringen Grad von Kurzsichtigkeit aufwies. Aber ich sah mit dem operierten Auge allein jetzt auch viel plastischer als vorher mit beiden (das Bild des anderen, nicht operierten Auges wurde beim Sehakt nachweislich unterdrückt). Keineswegs will ich jedoch damit bestreiten, daß ich nach etwaiger glücklicher Operation beider Augen durch deren Kooperation noch plastischer gesehen hätte als nur mit einem operierten Auge.

§ 24. Einer besonderen Erwähnung bedürfen noch die neueren Untersuchungen über das Sehen Schielender. Denn sie beweisen nicht nur, daß es sich bei der Erscheinung der korrespondierenden Netzhautstellen in der Tat nicht um eine anatomisch festgelegte Zuordnung handelt. Ja, sie haben sogar in den letzten Jahren Ergebnisse zutage gefördert, die sich mit der Johannes Müllerschen Identitätslehre schlechterdings überhaupt nicht mehr in Einklang bringen lassen. Wenn nämlich die Blickrichtung des einen Auges in mehr oder minder hohem Grade von der des anderen abweicht, wie es beim Schielen der Fall ist, so können trotzdem in normaler Weise die in beiden Augen entworfenen Bilder der Außenwelt in der Wahrnehmung zu einem einzigen vereinigt werden. Bei der verschiedenen Stellung der Augen können aber naturgemäß nicht die beiden Zentralgruben und die anderen einander sonst entsprechenden Punkte beider Netzhäute als korrespondierend angenommen werden, sondern es muß eine andere Zuordnung vorhanden sein. Operiert man einen solchen Schielenden, so erhält das schielende Auge zwar seine normale Stellung, aber

es treten nach der Operation plötzlich Doppelbilder auf. Diese rühren ganz einfach daher, daß sich jetzt die Objektpunkte nicht mehr in den vorher korrespondierenden Stellen, vielmehr auf anderen Punkten beider Netzhäute abbilden. Nach einiger Zeit verschwinden die Doppelbilder wieder, und der Sehakt geht in ganz normaler Weise vor sich. Es hat sich also allmählich eine Neuzuordnung korrespondierender Punkte ausgebildet.

Besonders die Untersuchungen Hirschbergers[1]) haben gezeigt, daß das Joh. Müllersche Identitätsgesetz einen recht hypothetischen Wert hat. Wir lassen hier einige Stellen aus dem Referate folgen, das Cl. du Bois-Reymond über die Hirschbergerschen Untersuchungen veröffentlichte: „Hirschberger prüfte am Perimeter das binokulare Gesichtsfeld Schielender mit einem farbigen Objekt, wobei er das fixierende Auge mit einem komplementär gefärbten Glase versah. Durch dieses einfache Mittel konnte er die mit jedem Auge gesehenen Gebiete trennen. Das schielende Auge sah die Farbe, das fixierende schwarz. So entdeckte er die neue und sehr merkwürdige Erscheinung, daß wirklich Exklusion stattfindet, an welcher jedoch beide Augen Anteil haben. Bei einer Divergenz von 35 Grad z. B. fand er eine scharfe und ganz feststehende Grenze im Horizont, ungefähr in der Mitte zwischen den beiden fixierten Punkten. In dem Bezirk, der beiden Gesichtsfeldern angehört, sahen nirgends beide Augen zugleich, wie beim nor-

[1]) Vgl. K. Hirschberger, Binokulares Gesichtsfeld Schielender. Münchener Medizinische Wochenschrift 1890 Nr. 10, und Referat darüber von du Bois-Reymond, Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bd. 2, 1891, S. 306/307.



malen Binokularsehen, sondern eine von oben bis unten durchgehende Teilung des Bezirkes hatte stattgefunden, so daß die Gesichtsfelder, nebeneinander liegend, sich ergänzten. Die Exklusion ist so stark, daß selbst ein Flammenreflex im exkludierten Bezirk ungesehen bleibt. Anders fand sich die Verteilung bei Konvergenz. Das fixierte Objekt und ein gewisser Umkreis wird nur vom fixierenden Auge gesehen: Die schielende macula beherrscht ebenfalls ihre Nachbarschaft immer allein. Ihren äußeren monokularen Bezirk haben naturgemäß beide Augen auch für sich. Der Rest besteht aus einem oberen und unteren Randstück und fällt entweder dem fixierenden Auge zu, oder kann oben dem einen, unten dem anderen Auge gehören. Dieser Zustand ließ sich bei 60 % der untersuchten Fälle nachweisen, und zwar bei denen, wo der Schielwinkel unveränderlich war. Die übrigen Fälle gehörten zum unausgebildeten Schielen, was sich schon darin zeigte, daß bei ihnen schon das farbige Glas Doppelbilder zur Wahrnehmung brachte. An den Doppelbildern konnte H. zeigen, daß die Bilder des schielenden Auges nicht gemäß der Identitätslehre falsch, sondern zweckentsprechend in Anpassung an die Schielstellung projiziert wurden, d. h. nach ihrem wirklichen Orte hin. Und nach Operationen werden fast immer, in jüngeren Fällen schnell, in alten eingewurzelten Fällen langsam, neue, der Augenstellung angepaßte Ortsempfindungen ausgebildet, was mit der Identitätslehre nicht zu vereinigen ist."

Zweiter Abschnitt.

§ 25. Fassen wir hier in Kürze das Ergebnis unserer bisherigen psychologischen Analyse zusammen: Wir haben gesehen, welch hohe Bedeutung den Empfindungen aus dem Gebiete des Gesichtssinnes für das Zustandekommen der Raumanschauung beizumessen ist. Wir haben nämlich bei der Entwicklung des Flächensehens, das wir analytisch dem dreidimensionalen Sehen zugrunde legten, das direkte und indirekte Sehen gewürdigt, ferner die Wichtigkeit der Augenbewegungen, der dazu gehörigen Innervation, der mit ihnen verbundenen Muskel- und Bewegungsempfindungen. Wir haben weiterhin gezeigt, wie durch die normale Kooperation beider Augen, durch den binokularen Sehakt, die Körperlichkeit, die Reliefierung der Objekte befördert und vervollkommnet wird, indem die Wahrnehmungsbilder sich in einer bestimmteren Plastizität darstellen. Aber was wir aus den Sinnesempfindungen des menschlichen Auges heraus keineswegs herzuleiten vermochten, das sind die ursprünglichsten Elemente der dreidimensionalen Wahrnehmung.

Die Richtigkeit des bisher gewonnenen Resultates wird nun bestätigt durch die feststehende Tatsache, daß auch Blindgeborene eine bestimmte Raumvorstellung besitzen, daß auch sie sich Ausgedehntheit, Lage, Größe, Richtung und Bewegung der Körper in einer ganz bestimmten Form vorstellen. Nun kommen aber die Empfindungen der niederen Sinne niemals als grundlegend für den Aufbau einer räumlichen Auffassung der Sinneswelt in Betracht. Und auch das Gehör vermag nur gewisse Daten über Entfernung und

Richtung der Schallquelle und diese selbst zu liefern, die aber unter allen Umständen einen bereits vorgestellten Raum jedenfalls schon voraussetzen[1]). Sehen wir daher einmal zu, ob wir imstande sind, den Ursprung der dreidimensionalen Wahrnehmung im Gebiete der Tastempfindungen zu finden. Und widmen wir, wie wir es beim Gesichtssinn gleichermaßen getan haben, zunächst einmal der physiologischen Bedeutung des Tastsinnes eine kurze Betrachtung.

§ 26. Entwicklungsgeschichtlich ist ja bekanntlich der Hautsinn das ursprünglichste, noch nicht differenzierte Sinnesorgan, in welchem die Unterschiede der übrigen noch nicht hervorgetreten sind. Denn soweit tierisches Leben reicht, besteht Empfindlichkeit der Körperoberfläche lange, bevor ein nachweislich gesondertes Nervensystem sich entwickelt hat. Eine interessante Bestätigung erfuhr diese bekannte Tatsache durch die Resultate der ontogenetischen Forschung P. Flechsigs, welcher darüber auf dem III. Internationalen Kongreß für Psychologie in München 1896 berichtete. Er konnte dort über seine Untersuchungen an Gehirnen von Embryonen und Neugeborenen, die er mittelst einer von ihm selbst ausgebildeten Methode vorgenommen hatte, folgendes mitteilen[2]): „Die Nervenleitungen, welche die Sinnesorgane mit der Gehirnrinde in Verbindung setzen,

[1]) Vgl. dazu Jodl, Bd. 2 S. 222—223. Die Bedeutung der im Vorhofe des Ohrlabyrinthes befindlichen Otolithensäckchen für die Empfindung der Lage- und Bewegungsveränderung des Körpers können wir hier übergehen.

[2]) Preyer S. 105.

gelangen keineswegs alle gleichzeitig zur Vollendung, sondern in einer bestimmten Reihenfolge. Am frühesten entwickeln sich diejenigen, welche mit den hinteren Wurzeln des Rückenmarks und den gleichwertigen Nerven des verlängerten Marks zusammenhängen. Sie enthalten zunächst alle die Leitungen, welche zur Übertragung der Tasteindrücke dienen, daneben aber auch sämtliche Leitungen für Gemeingefühle, ... die Nerven für die Entstehung der Lagevorstellungen . . . Also die Leitungen der Körpergefühle, einschließlich des Tastsinnes, dringen zuerst zur Großhirnrinde vor." . . .

„Erheblich später entwickelt sich die Sehleitung, doch so, daß sie beim reifen Fötus bereits bis zur Rinde markhaltig ist." Ferner ist folgende Tatsache von Bedeutung [1]). Die zu den Hirnleitungen gehörigen kortikalen Sinneszentren entbehren im Gehirn des Neugeborenen fast vollständig einer gegenseitigen Verbindung durch leitende Assoziationsbahnen. Nur zwischen Riech- und Körperfühlsphäre und zwischen den rechten und linken Partieen der Körperfühlsphäre besteht anfangs schon ein, wenn auch spärlicher, Zusammenhang durch Bündel.

Diese Flechsigschen anatomischen Befunde wurden vollauf bestätigt und illustriert durch die Mitteilungen Wesley Mills, welche dieser über seine Beobachtungen am Seelenleben junger Tiere veröffentlichte [2]): Bei allen von Mills untersuchten Tieren, wie Tauben, Kaninchen, Katzen, Hunden, war es, wie beim Menschen, der Hautsinn, der zuerst in Funktion trat.

---

[1]) Preyer S. 105.

[2]) Transactions of the Royal Soc. of Canada, 1894—1896.

Wir haben bei diesen Ergebnissen einen Augenblick verweilen müssen, weil sie die physiologische Grundlage darstellen für die psychologische Tatsache, daß es zu allererst die Hautnerven sind, die schon lange vor der Geburt dem werdenden Bewußtsein des Embryos Wahrnehmungen vermitteln. Es kommen also im Gebiete des Hautsinnes Wahrnehmungen lange vor den ersten Gesichtswahrnehmungen zustande. „Der Tastsinn der Frucht," sagt Kußmaul[1]), „wird schon im Mutterleibe vielfach erregt. Sie berührt häufig die Wände der Gebärmutter und ihre Teile berühren einander. Die Frucht hat somit Gelegenheit, von diesem Sinne aus allmählich eine . . . gewisse Raumanschauung zu gewinnen mit einiger Übung in der Lokalisation ihrer Tastempfindungen." Jedoch kann es sich hier vorerst naturgemäß nur um ganz dumpfe, vage Vorstellungen handeln.

§ 27. Zum Verständnis der weiteren Analyse der Raumvorstellung erscheint es erforderlich, daß wir uns einmal den Unterschied zwischen dem Orts- und dem Raumsinn der Haut klar machen[2]). Jede Berührung mit irgendeinem Objekte der Außenwelt ruft an einer bestimmten Stelle unserer Hautoberfläche eine bestimmte Hautempfindung von bestimmter Qualität und Intensität hervor. Wenn nun ein objektiv gleicher Reiz unsere Hautoberfläche an einer anderen Stelle trifft, so weisen wir dieser neuen Empfindung trotz ihrer gleichen Intensität und Qualität wiederum eine andere, ganz bestimmte Stelle unserer Leibesoberfläche

---

[1]) S. 22.

[2]) Vgl. darüber Jodl, Bd. 1 S. 333.

zu. Wir lokalisieren jede Druckempfindung an einen bestimmten Punkt unserer Körperoberfläche. Diese Lokalisation liegt im ursprünglichen Inhalt jeder Hautempfindung. Wir vermögen normalerweise mit Sicherheit anzugeben, an welcher Stelle unserer Haut eine Berührung stattgefunden hat. Lotze hat in seiner „Medizinischen Psychologie" die Lokalzeichentheorie, mit der er die Gesichtswahrnehmungen erklärte, auch auf die Hautempfindungen angewandt. Es scheint jedoch unmöglich, lokale Unterschiede bei der Hautempfindung in qualitative Differenzen aufzulösen, ganz ebenso wie bei den Gesichtsempfindungen. Alle Reize, die dem Zentralorgan zugeleitet werden, erscheinen hier eben dem Bewußtsein als räumlich differenziert. Daran wird gar nichts geändert durch die Ergebnisse der neuen und neuesten Untersuchungen, welche gewisse qualitative Unterschiede nur als mitwirkend hervortreten lassen. Die Fähigkeit der genauen Lokalisation der Berührungsempfindungen wird vom Kinde allerdings nur langsam erlernt. Einen wertvollen Beitrag über die psychologischen Faktoren dieser Lokalisation gibt Rupp in seiner Abhandlung: „Über Lokalisation von Druckreizen der Hände bei verschiedenen Lagen derselben" [1]). Durch die Fülle der schon vor der Geburt und dann im Laufe des Lebens sukzessiv auftretenden Berührungsempfindungen bildet sich ein vielfach abgestuftes Schema der Hautoberfläche, in welches jede neu auftretende Berührung eingeordnet wird. Ein Beispiel aus der Chirurgie beweist uns einerseits, wie tief durch die Erfahrung die Fähigkeit, gewisse Berührungen an bestimmte Stellen der Haut

---

[1]) Zeitschrift für Sinnesphysiologie, Bd. 41 S. 26.





zu lokalisieren, sich uns einprägt, andererseits aber auch, daß diese Fähigkeit nicht auf einer unwandelbaren, organischen Verbindung der Sinnesnerven mit dem Zentralorgan beruht. Der Fall ist folgender[1]): Einem Studenten war auf der Mensur ein Teil der Nase abgehauen worden. Man entnahm nun seiner Stirnhaut einen Hautlappen und drehte ihn von oben derart nach unten, daß man ihn an seinem Stiele nicht durchtrennte, seine Blutgefäße und Nerven also hier nicht verletzte. Dann wurde der Lappen über dem Nasenbein festgenäht. Was geschah nun? Der also geflickte Student lokalisierte noch geraume Zeit nach der Operation alle Berührungen der neuen Nase in die Stirn hinein, wie dies aus alter Gewohnheit stets bei der Berührung des Stirnlappens geschah, und lernte erst durch Übung und Erfahrung, den Empfindungen die richtige Stelle anzuweisen. Es ist dies ein Analogon zu der von uns früher (§ 24) bereits besprochenen Erscheinung im Gebiete der Gesichtswahrnehmungen, nämlich der veränderten Zuordnung der Netzhautpunkte nach einer Schieloperation.

§ 28. Von dem Lokalisationsvermögen der Haut, ihrem „Ortssinn", muß ihr „Raumsinn" durchaus unterschieden werden. Es ist dies die Fähigkeit der Hautoberfläche, mehrere gleichzeitige Reize an zwei benachbarten Stellen der Haut noch eben als getrennt zu unterscheiden. Der Physiologe Ernst Heinrich Weber hat bekanntlich durch grundlegende Versuche festgestellt, daß diese Fähigkeit an verschiedenen Stellen der Hautoberfläche ganz verschieden ist. Er stellte nämlich auf den einzelnen Teilen der Körperoberfläche

[1]) Mangold S. 128.

diejenige Distanz fest, bei welcher zwei mit der Spitze eines Tastzirkels berührte Punkte noch als getrennt aufgefaßt werden konnten. Man nennt die eben besprochene Minimaldistanz die „Raumschwelle" des Hautsinns. Die Präzision des Raumsinnes ist um so größer, je kleiner der Wert der Raumschwelle. Bei dem Krankheitsbilde von Allochiria hat man beobachtet[1]), daß sich die Fähigkeit der Lokalisation derart gestört erweisen kann, daß rechts und links verwechselt wird, ohne daß man eine erhebliche Abschwächung des Raumsinns an den betreffenden Stellen der Haut konstatieren konnte[2]). Später sind Webers Raumsinnuntersuchungen besonders von Vierordt, Czermak, Wundt und Goltz teils fortgeführt, teils durch genauere Untersuchungsmethoden ersetzt worden[3]).

§ 29. Um die ursprünglichsten Elemente der dreidimensionalen Anschauung zu ergründen, wollen wir einmal zusehen, wie wir mit Hilfe dieser elementaren Hautempfindungen zur Unterscheidung des eigenen Körpers von den Gegenständen der Außenwelt gelangen, eine Unterscheidung, die uns den wertvollsten Ausgangspunkt für die Erschließung der dritten Dimension liefert. Ermöglicht wird sie durch das sogenannte Abtasten, das seinerseits wiederum auf der Beweglichkeit unserer Gliedmaßen, wie ferner der Lippen und Zunge beruht. Durch den Widerstand, welchen der

---

[1]) Vgl. Heinrich Obersteiner, On allochiria. Brain 1881. S. 153 ff.

[2]) Vgl. Jodl, Bd. 1 S. 334 und M Lähr, Über Sensibilitätsstörungen bei tabes dorsalis und ihre Lokalisationen. Arch. für Psychiatrie 1895, S. 688 ff.

[3]) Vgl. hierzu C. H. Judd, Leipz. Dissertation 1896, ferner Sigmund Levy, Der Raumsinn der Haut. Münchener Dissertation 1891, sowie Viktor Henri, Über die Raumwahrnehmung des Tastsinns, Berlin 1898.

Embryo bei den Kindsbewegungen im Mutterleibe empfand, dem er weiter, nach der Geburt, beim Strampeln mit seinen Füßchen an der Wiege, beim Umherfahren mit seinen Händchen, beim Saugen an der Mutterbrust u. s. w. allenthalben begegnete, mußte sich in ihm bereits eine dumpfe Vorstellung der Außenwelt gebildet haben. Die Tastempfindungen und die damit verbundenen Lust- und Schmerzgefühle müssen die Seele des Kindes der Gewalt dieser äußeren Eindrücke ausliefern. Es muß die unabhängige Existenz eines Fremden, das in unseren Empfindungsverlauf gewaltsam eingreift, schon früh bemerkt werden. Wir wollen das noch näher erläutern: Wie wir sahen, tritt mit jeder Druckempfindung im Bewußtsein sofort und stets die Vorstellung von dem gereizten Orte zugleich auf. Wenn nun infolge der Beweglichkeit unserer Körperteile ein Glied unseres eigenen Körpers, z. B. der Zeigefinger, als äußeres Tastobjekt die Hautoberfläche an irgendeiner anderen Stelle, z. B. des Rückens, trifft, so perzipieren wir sofort zweierlei Hautempfindungen, von denen wir die eine in die tastende Hautstelle, in diesem Falle also in den Zeigefinger, die andere an die vom Finger berührte Hautfläche des Rückens lokalisieren. Nun assoziieren sich noch beim Abtasten mit den einfachen Hautempfindungen eine ganze Reihe von Muskel-, Richtungs- und Bewegungsempfindungen, wodurch dann erst die Tastempfindung zur Messung von Distanzen geeignet wird. Denn wenn auch beim Abtasten eines eigenen Körpergliedes schon zwei Empfindungen richtig lokalisiert sind, so ist es doch, damit die gesuchte Stelle sogleich richtig getroffen wird, unbedingt erforderlich, daß wir uns der Größe und Richtung der Muskelbewegung genau bewußt sind, die nötig ist, um die

Stelle, die freilich schon eine ganz bestimmte war, noch ehe wir sie fanden, mit dem Finger etc. zu erreichen. Die Größe der betasteten Strecke oder Fläche wird dann gemessen nach der Zahl der verschiedenen Muskelempfindungen oder auch durch Ablauf anderweitiger Vorstellungen während der Aufeinanderfolge aller mit der Hautempfindung assoziierten Muskelempfindungen. Die Fertigkeit in der richtigen Schätzung der zur Erreichung einer empfindenden Stelle notwendig vorzunehmenden Muskelbewegung wird nur langsam durch Übung ausgebildet. Gleichzeitig aber müssen diese Empfindungen, diese Kombination zweier einfacher Hautempfindungsgruppen mit den Muskelempfindungen, das Bewußtsein im hohen Maße beschäftigen, eben deshalb beschäftigen, weil das äußere Tastobjekt jetzt als Glied des eigenen Leibes erkannt wird. Die Vorstellung des Schemas der eigenen Körperoberfläche erfährt dadurch nicht nur seine Vervollständigung, sondern es beginnt auch die Unterscheidung des eigenen Körpers von den Gegenständen der Außenwelt. „Die Unterscheidung der wechselseitigen Berührung zweier Hautstellen des eigenen Körpers von der einen Hautstelle und eines fremden Gegenstandes ist ein großer Schritt auf dem Wege zur Erkenntnis des eigenen Ich“ [1]).

§ 30. Es ist eine bei kleinen Kindern immer wieder zu beobachtende Erscheinung, daß sie irgend-

---

[1]) Preyer S. 63: ... Die vollständige Unterscheidung des eigenen Körpers von fremden Objekten geht nur sehr langsam vor sich. Preyer beobachtete (S. 348), wie sein Kind noch im 23. Monat einen Zwieback nicht nur seinen Angehörigen, sondern auch seinem eigenen Fuße zum Essen anbot, indem es das Gebäck wartend zwischen den Zehen hielt.

ein Körperglied, z. B. einen Finger oder das Bein ununterbrochen minutenlang krampfhaft umspannt halten oder auch mit beiden Händen einen Fremdkörper. Sicherlich ist die Häufigkeit und Intensität dieser Erscheinung des ursprünglich allerdings unwillkürlichen Umspannens darauf zurückzuführen, daß sich der Seele hierbei wiederum ganz neue wundersame Eindrücke einprägen. Und gerade der Komplex von Empfindungen, der sich dem menschlichen Bewußtsein beim Umspannen eines Körpers mit beiden Händen darstellt, ist es, der dem Kinde die dritte Dimension am unmittelbarsten und ursprünglichsten zur Anschauung bringt. Indem das Kind einen Körper mit beiden Händen zugleich umspannt, kommt ihm die Körperlichkeit im lebhaftesten Maße zum Bewußtsein. Selbstverständlich prägt sich ihm die Ausdehnung nach der dritten Dimension auch beim Umspannen eines Körpers mit einer Hand ein. Aber abgesehen davon, daß dies nur weit seltener vorkommen kann wegen der Größe der Objekte, so muß auch die Perzeption der Körperlichkeit beim Umspannen mit beiden Händen ungleich intensiver sein. Wenn wir uns auch an dieser Stelle an die Kooperation beider Augen beim Binokularsehen erinnern, so ist doch ein Unterschied bei diesen Analogen aus dem Gebiete des Gesichts- und Tastsinnes vorhanden. Es besteht eben darin, daß wir den Ursprung der räumlichen Wahrnehmung im Gebiete des Gesichtssinnes nicht zu finden vermochten, während das gemeinsame Wirken beider Hände beim Umspannen durch das Zusammenfließen ihrer getrennten, und doch gegenseitig sich ergänzenden Wahrnehmungen die lebhafteste und anschaulichste

Anschauung der Körperlichkeit der Objekte liefert.

§ 31. Wir haben bisher festgestellt: Dreidimensionale Ausdehnung ist kein Empfindungsinhalt des Gesichtssinnes. Mit Hilfe des Auges allein würden wir überhaupt nicht zur Raumanschauung gelangen; wohl aber bringt der Tastsinn uns die dritte Dimension zur Anschauung[1]). Für die Wahrnehmung einer nach drei Dimensionen gegliederten Körperwelt, für die vollendete Raumanschauung, wie sie sich dem Bewußtsein des erwachsenen, vollsinnigen Menschen darstellt, genügen jedoch die Daten des Tastsinns allein ebensowenig wie die des Gesichtssinnes für sich genommen. Nun treten aber von Geburt an beim Menschen weder die Gesichts- noch die Tastempfindungen isoliert auf, sondern immer nebeneinander oder miteinander verbunden, so zunächst bei den auf angeborener Basis beruhenden, unwillkürlichen Armbewegungen des Säuglings, bei dem Umspannen der eigenen Körperglieder, später dann bei dem willkürlichen Greifbewegungen[2]). Auf diese Weise kommt im Bewußtsein nach den Regeln der Kontiguität eine Assoziation von Gesichts-, Tast- und Muskelsinneswahrnehmungen zustande, und zwar in der Weise, daß die auf die Räumlichkeit bezüglichen Erfahrungen des Tast- und Muskelsinnes in die Gesichtsempfindungen eingeordnet werden. So lernen wir das Gesichtsbild nach dem Tastbilde interpretieren. Gewiß finden sich schon in den Gesichtsbildern An-

[1]) Es sei hier bemerkt, daß Uphues S. 211 genau dieselbe Anschauung vertritt.

[2]) Vgl. Preyer S. 145—153.

deutungen auf eine dritte Dimension; aber wir lernen diese erst aus den zugehörigen Tastbildern verstehen, indem wir nach ihnen die Gesichtsbilder interpretieren[1]).

Wir wollen einmal auf die ursprünglichsten psychogenetischen Elemente dieser Kombination von optischen und haptischen Eindrücken näher eingehen: Neugeborene Kinder bringen nämlich ganz unwillkürlich ihre Händchen fortwährend in das Gesichtsfeld und fahren mit ihnen häufig vor den Augen hin und her, eine Erscheinung, die durch die intrauterine Haltung vor der Geburt bedingt ist[2]). Erst später entwickelt sich das bewußte Greifen nach vorher gesehenen Gegenständen. Während diese Greifbewegungen erlernt werden, findet eine wechselseitige Kontrolle der Wahrnehmungen eines Sinnes durch den anderen statt, durch welche schließlich auch die Vorstellung von der Örtlichkeit des eigenen Leibes[3]) ihre Verifikation erfährt. Diese Vorgänge hat Th. Waitz in seinem „Lehrbuch der Psychologie als Naturwissenschaft“[4]) so treffend analysiert, daß wir ihn hier selbst sprechen lassen wollen: „Man denke sich z. B., das Kind sehe seine Hand oder seinen Fuß, ohne noch zu wissen, daß diese Glieder die seinigen sind, und empfinde zugleich irgendeinen Druck an denselben. Die Aufhebung dieses Druckes ist mit einer Veränderung des Gesichtsbildes der Hand immer und notwendig verbunden. Kehrt dieselbe Empfindung des Druckes zurück, so wiederholt sich auch für das Auge dieselbe Wahrnehmung. Es wird also die Gesichtsvorstellung a mit der Tast-

[1]) Uphues S. 212.

[2]) Preyer S. 145.

[3]) Vgl. § 27—29.

[4]) S. 183 ff.

vorstellung a[1] aufs engste verknüpft und auf sie bezogen. Ist diese Erfahrung oft gemacht worden, so werden bei gewissen Lagen der Hand, die dem Auge sich darstellen, gewisse Tastempfindungen erwartet; und das Kind besitzt alsdann die Kenntnis von der Örtlichkeit der Empfindungen der Hand; denn die Kenntnis dieser Örtlichkeit besteht eben darin, daß je zwei Empfindungsvorstellungen sich gegenseitig kontrollieren und verifizieren in der angegebenen Weise. Ich kenne meine Hand oder jedes andere Glied meines Leibes, heißt nämlich nichts anderes als: Ich halte das Gesichtsobjekt, welches ich Hand nenne für identisch mit dem Organe, das mir eine gewisse Art von Tastempfindungen zuführt. Diese Kenntnis wird erreicht durch das, was man identifizierende Wahrnehmungen von Gesicht und Tastsinn nennen kann.“ Waitz weist noch auf folgendes hin: Zwar findet die Assoziation von Tast- und Gesichtsempfindungen niemals in der Weise statt, daß die getastete Stelle zugleich auch die gesehene wäre. Denn jene wird ja während der Druckempfindung vom tastenden Organe für das Gesicht verdeckt, und nur das Danebenliegende wird dem Auge sichtbar. Aber dadurch, daß beide Empfindungen in derselben Weise häufig zusammen auftreten, verbinden sich mit der Zeit die durch sie erzeugten Vorstellungen immer inniger miteinander. Danach kommt also die Identifikation der gesehenen und getasteten Objekte auf der Grundlage zustande, daß wir die Tastorgane unseres eigenen Leibes als sichtbar kennen gelernt haben. Mit den sichtbaren Bewegungen unserer Gliedmaßen nehmen wir zugleich das Auftreten bestimmter Berührungsempfindungen wahr. Auf diese Weise müssen sich uns gewisse charakteristische Berührungs-

empfindungen als dem einen oder dem anderen Teile unseres Körpers zugehörig darstellen. Haben wir nun beim Hin- und Hertasten des Fingers auf einem bestimmten sichtbaren Gegenstande stets bestimmte Erfahrungen über die Änderung der Tastempfindungen des Fingers gemacht, so entstehen Assoziationen, welche beim Sehen eines Gegenstandes sogleich auch bestimmte Erfahrungen für das Betasten dieses Objektes erwarten lassen.

Noch einiges von der Verifikation der Muskelempfindungen: Wir erinnern uns, wie beim Tasten die Muskelempfindungen sich mit den reinen Hautempfindungen kombinierten, und sahen, welche wichtige Rolle die Vorstellung von der Stärke der Innervation, die man einem bestimmten Körperteile erteilen muß, beim Messen von Distanzen spielt. Weiterhin dient dann dem Sehenden die Größe und Art der sichtbaren Bewegung wiederum als Kontrolle für die Größe und Art der empfundenen Muskelspannung. Es sei hier noch erwähnt, daß hinsichtlich der Bevorzugung dieser außerordentlich festen Verknüpfung von Armmuskel- und Augenmuskelerregungen unbedingt eine erbliche Anlage angenommen werden muß, während eine solche Beziehung zwischen den Augenmuskeln und den Beinmuskeln beim Menschen nicht besteht. Sie ist gleichfalls erwiesen bei den Säugetieren zwischen Vorderextremitäten und Augen, bei den Hühnchen zwischen den Augen und Beinen[1]).

Nachdem durch die Kombination von Haut-, Muskel- und Gesichtsempfindungen die Vorstellung des nach drei Dimensionen ausgedehnten Raumes begründet

---

[1]) Vgl. Preyer S. 152.

ist, und das eigene Ich zum einheitlichen Ausgangspunkte geworden ist, auf welchen alle räumlichen Unterschiede bezogen werden, vollzieht sich dann die unvermeidliche, generalisierende Schlußfolgerung, daß jedes andere Individuum, ja jeder beliebige Punkt der Außenwelt ebenso einen Einheitspunkt darstellen kann wie das eigene Ich. Wir haben jetzt gelernt, nicht nur die Lage eines anderen Punktes zu uns, sondern auch unsere Lage zu der jedes anderen Punktes zu bestimmen[1]).

§ 32. Daß der Sehraum des Menschen erst mit Hilfe des Tast- und Muskelsinns zustande kommt, zeigen ferner eine Unzahl von Beobachtungen, die man an operierten Blindgeborenen gemacht hat, mögen wir nun die Berichte über den Cheseldenschen Blinden, den Wardropschen und den Dr. Franzschen bei Helmholtz oder die Berichte Ahlströms, Raehlmanns, Uhthoffs verfolgen.

Ein äußerst interessanter Fall, der sich bei Uhthoff[2]) findet, sei hier herausgegriffen: Wenn Uhthoffs kleiner Patient bei den ersten Versuchen aufgefordert wurde, ein markantes Objekt auf dem Fußboden mit den Augen aufzufinden und auf das gefundene Objekt, sobald er es wirklich gesehen hatte, mit den Fingern hinzuzeigen, so zeigte er wiederholt ganz beträchtlich an dem Objekte vorbei. „Eine[3]) wiederholte Nachprüfung ergab ein analoges Resultat. Bei der zweiten Sitzung schon, . . ., war diese Erscheinung verschwunden; er konnte jetzt auch mit dem Finger ganz richtig auf das gesehene Objekt hindeuten. Patient

---

[1]) Vgl. Jodl II S. 227.
[2]) S. 198 ff.
[3]) Uhthoff S. 210 f.

hatte offenbar inzwischen schnell gelernt, die Lokalisation eines Objektes im Raume vermittelst seines Auges in Einklang zu bringen mit seinem Muskelgefühl, während er es bei der ersten Prüfung noch nicht ausreichend verstand, durch seinen Gesichtssinn geleitet, die Richtung korrekt anzugeben . . . Wurde Patient bei geschlossenen Augen zu dieser Zeit aufgefordert, nach einem Schalleindruck mit der Hand die Richtung zu zeigen, so konnte er das relativ gut; allerdings ließ sich später deutlich feststellen, wie er er noch an Sicherheit gewann, wenn er seine zeigende Hand mit dem Auge kontrollieren konnte . . ."

§ 33. Wenn wir die hervorragende Bedeutung der Tast- und Muskelempfindungen für die Bildung der optischen Raumanschauung im Auge behalten, so bereitet uns auch die Beantwortung der Frage, wie es kommt, daß wir die auf der Netzhaut in umgekehrter Anordnung erscheinenden Gegenstände gleichwohl im Bewußtsein in ihrer wirklichen Anordnung wahrnehmen, absolut keine Schwierigkeit. Wir haben eingangs gezeigt, daß wir unsere Wahrnehmungen gar nicht auf das Netzhautbild beziehen, daß der naive Mensch von der Existenz eines solchen gar keine Ahnung hat. Wir beziehen vielmehr unsere Wahrnehmungen auf die Gegenstände selbst, indem wir mit dem Nach- und Nebeneinander einer Anzahl von Empfindungen im Bewußtsein die Vorstellung von der Anordnung der Gegenstände, durch die sie erregt werden, unmittelbar verbinden[1]). Auf die Aussage des Gesichtssinns kann sich also diese Vorstellung hierbei allein nicht stützen. Wenn wir aber bedenken, wie von Geburt an Ge-

[1]) Lehmann S. 112.

sichts- und Tastsinn und auch der Muskelsinn einander unterstützen, wie allmählich eine Übereinstimmung in den Aussagen dieser Sinne erzielt wird, so erkennen wir mit Leichtigkeit, daß die räumliche Anordnung unseres Bewußtseinsbildes in allen Einzelheiten von den Aussagen des Tast- und Muskelsinnes abhängig ist. Bei der Orientierung über die räumlichen Eindrücke liegt dann die Vorstellung von der Gestaltung des eigenen Leibes zugrunde. Der ganze Komplex der Lichtempfindungen des Netzhautbildes erhält durch die Muskelempfindungen bei den Augenbewegungen eine Beziehung auf ein Rechts und Links, auf ein Oben und Unten, ganz in derselben Weise, wie es durch den Tastsinn geschieht. „Für uns ist[1]) Unten das, was wir, die Augen niederwärts wendend, sehen, Oben das, was wir mit der umgekehrten Bewegung des Auges erkennen, Unten das, was nach dem Zeugnis des Muskelgefühls in der Richtung der Schwere liegt, Oben das umgekehrte."

Wir wollen in diesem Zusammenhange auch noch einmal auf den Strattonschen Versuch hinweisen, der bereits in § 7 ausführlich beschrieben wurde. Er zeigt uns in eklatanter Weise erstens, wie durch die Erfahrungen des Tastsinns die optischen Eindrücke interpretiert und modifiziert werden, zweitens, wie nach erfolgter Verifikation wieder der Gesichtssinn die Führung übernimmt.

§ 34. Dem in § 30 angeführten Kriterium, das uns zur Anschauung dreidimensionaler Gebilde führt, und das wir aus dem Tast- und Muskelsinn herleiten

[1]) Lehmann S. 113.

mußten, steht nun eine Gruppe anderer, nur in Sensationen des Auges bestehender Kriterien gegenüber. Da wir in jenem ersten Kriterium die Grundlage der Körperwahrnehmung erkannt haben, so können wir diese zweite Gruppe, vielleicht nicht unzutreffend, „indirekte Raumkriterien" nennen. (Wir entnehmen diesen Ausdruck der Arbeit von Asters „Beiträge zur Psychologie der Raumwahrnehmung"[1]), der diesen terminus zuerst angewendet zu haben scheint[2]). Weniger zutreffend, weil die Bedeutung des interpretierenden Urteils weniger betonend, ist wohl die Bezeichnung Siegels „Hilfsfaktoren zur Tiefenwahrnehmung"[3]), worunter ich meinerseits die binokulare Reliefwahrnehmung, ferner die Akkommodations- und Konvergenzempfindungen verstehe.)

Welch' bedeutende Rolle der intellektuelle Faktor beim Sehakt im allgemeinen spielt, vermag wiederum eine Beobachtung aus meinem eigenen Leben darzutun, die ich infolge meiner bereits erwähnten höchstgradigen Kurzsichtigkeit durch Zufall anstellen konnte. Als ich eines Abends, einem gewohnten Ziele zustrebend, die zwar schlecht beleuchteten, aber mir wohlbekannten Straßenzüge meiner Heimatstadt entlang wanderte, schwand mir plötzlich jede Orientierungsmöglichkeit. Meine Unsicherheit steigerte sich derartig, daß ich zu wanken begann. Eine allzu intensive Gedankenvertiefung in die Probleme vorliegender Dissertation hatte meine Aufmerksamkeit

---

[1]) S. 164.

[2]) Die Bezeichnung „indirekte Raumkriterien" dürfte sich im wesentlichen decken mit dem, was Liebmann den „intellektuellen Faktor des Anblicks" nennt.

[3]) S. III.

von den rein optischen Sensationen gänzlich abgelenkt. Nur mit vieler Mühe gelang es mir bei meiner enormen Schwachsichtigkeit dadurch, daß ich meine Willensintention wieder ganz und gar auf die optischen Eindrücke konzentrierte, die Sicherheit beim Gehen und die Orientierung im Straßenbilde allmählich wiederzuerlangen. Dieser Vorfall illustriert recht deutlich das Zusammenwirken von sensoriellen und intellektuellen Faktoren beim Sehakt.

Da es in unserer Absicht lag, innerhalb der Grenzen unserer psychologischen Analyse nur die wesentlichsten Faktoren der Raumanschauung einer ganz genauen Betrachtung zu unterziehen und dabei hauptsächlich zu zeigen, wie der Gesichtssinn bei ihrem Zustandekommen unter keinen Umständen des Tastsinnes entbehren kann, so seien hier nur die wichtigsten indirekten Raumkriterien ganz kurz erwähnt. Dies sind in der Hauptsache: Linear- und Luftperspektive, damit zusammenhängend das Urteil über scheinbare Größe, Überschneidung oder Gang der Konturen, Licht- und Schattenverteilung; ferner die wechselnde Bildfolge infolge der eigenen Körperbeweglichkeit und Körperbewegung. Hilfsfaktoren der Tiefenwahrnehmung sind also die Akkommodations- und Konvergenzempfindungen.

Ein Charakteristikum der indirekten Raumkriterien, mit Ausnahme des zuletzt genannten, ist, daß sie uns auch bei Zeichnungen und Gemälden die Illusion der dritten Dimension verschaffen. Es liegt darin ein deutlicher Hinweis auf die Art und Weise, in welcher diese Kriterien urteilsmäßige und nicht sinnesempfindungsgemäße Faktoren der Raumanschauung darstellen.

§ 35. Soweit der Gesichtssinn in Betracht kommt, können wir also getrost mit Lipps sagen: „Das Be-

wußtsein der dritten Dimension ist nicht Wahrnehmung, sondern Beurteilung. Die dritte Dimension ist etwas in die Wahrnehmung Hineingedachtes. Die Beurteilung aber ist so zwingend, oder kann es sein, daß wir das Hinzugedachte mit wahrzunehmen glauben[1]).“ Ist dem so, so werden wir auch finden müssen, daß dieses „Sehen“ der dritten Dimension eine Entwicklung zeigt, sowohl im Individuum selbst wie auch in der Menschheit als solcher, insofern eben die Urteilsfähigkeit ein Produkt der Entwicklung ist. Dies zeigt sich am deutlichsten bei der Interpretation von Bildern (Gemälden, Zeichnungen, Photographien), weil hier die urteilsmäßigen, die „Illusion“ der dritten Dimension schaffenden Faktoren am stärksten wirksam sein müssen. In welcher Weise diese Interpretation allmählich vom Kinde gelernt wird, darüber plaudert recht anschaulich Mach in seinen „Populärwissenschaftlichen Vorlesungen“[2]): „Ich weiß mich sehr wohl zu erinnern, daß mir in einem Alter von etwa drei Jahren alle perspektivischen Zeichnungen als Zerrbilder der Gegenstände erschienen. Ich konnte nicht begreifen, warum der Maler den Tisch an der einen Seite so breit, an der anderen so schmal dargestellt hat. Der wirkliche Tisch erschien mir ja am ferneren Ende ebenso breit als am näheren, weil mein Auge ohne mein Zutun rechnete. Daß aber das Bild des Tisches auf der Fläche nicht als bemalte Fläche zu sehen sei, sondern nur einen Tisch bedeute und ebenso in die Tiefe ausgelegt werden müsse, war ein Spaß, den ich nicht verstand.“

[1]) Leitfaden der Psychol., S. 89.
[2]) S. 88.

Und wie hier beim Kinde, so zeigt sich auch jetzt noch bei ganzen Völkern diese Unfähigkeit, ein Gemälde richtig zu interpretieren. Als z. B. Stanley auf seiner Expedition durch Afrika einer Gruppe von Eingeborenen eine auf einem Bilderbogen gemalte Lokomotive zeigte, die er ihnen einige Tage vorher in natura vorgeführt hatte, wurde ihm auf seine Frage nach der Bedeutung des Bildes geantwortet: ein Kamel, ein Gnu u. s. w. Auch der Forschungsreisende Meyer hielt einem intelligenten Wilden dessen eigene Photographie vor, ohne daß es diesem gelang, sein Bild zu deuten.

[Anmerkungsweise verdient hier auch eine sonst wenig beachtete Tatsache aus der Psychopathologie Platz zu finden, die uns ebenfalls zeigt, daß die optische Wahrnehmung der dritten Dimension nichts Empfindungsgemäßes, sondern erst ein Verarbeitungsprodukt höherer (wenn auch nicht höchster) kortikaler Zentren darstellt. Wir meinen den Fall, daß die Tiefenwahrnehmung überhaupt ausfällt[1]).

Taine zitiert[2]) nach Krishaber die Krankheitsgeschichte eines Mannes, der in der Hauptsache an einer Entfremdung der Wahrnehmungswelt litt. Der Kranke erzählt selbst: „Die Gegenstände erschienen mir platt; wenn ich mit jemanden sprach, so sah ich ihn wie ein ausgeschnittenes Bild, das Relief fehlte; diese letztere Empfindung hat sehr lange gedauert, mehrere Monate in einem fort, mit Unterbrechungen zwei Jahre lang.“ Auch in einem Falle von totaler retrograder Amnesie, über den im „Journal für Psycho-

---

[1]) Wir halten uns dabei an den bekannten Grundsatz, daß von Ausfallserscheinungen hauptsächlich die komplexeren geistigen Tätigkeiten zuerst betroffen werden.

[2]) Der Verstand II S. 362 und 367.

logie und Neurologie“ Bd. VII, S. 197 referiert wird, tritt im Anfange der Krankheit die Erscheinung auf, daß die „Räumlichkeit“ fehlte.]

Schluß.

§ 36. Diese Betrachtungen über den Wert des Urteils für die Raumanschauung sollen den Abschluß unserer Untersuchung bilden. Wir begannen mit einer Analyse der rein optischen Eindrücke, fanden in ihnen wohl die Grundlage für die Anschauungsform der zweiten Dimension, nicht aber für die der dritten. So waren wir gezwungen, in das Gebiet des Tastsinnes zu rekurrieren. Mit der Anleihe aus diesem Sinnesgebiete konnten wir nun auf unser eigentliches Terrain zurückkehren und dort nach psychologischen Gesetzen die optische Anschauung der dritten Dimension aufbauen. Eins aber müssen wir hier ausdrücklich betonen: Unser Bewußtsein errichtet wie ein geschickter Meister den kunstvollen Bau seiner Raumanschauung zwar aus den Materialien der Gebiete verschiedener Sinne und gedanklicher Verarbeitung, jedoch die herrschenden Linien der Architektonik bilden stets die Daten des Gesichtssinnes; oder mit anderen Worten: im Leben des Menschen übernimmt — wofür schon das Auge durch seinen Charakter als Fernsehapparat prädisponiert ist — die Führung: der Sehraum[1]).

[1]) Die Betrachtung einer Reihe hierbei auftretender Fragen müssen wir im Rahmen dieser Dissertation unterlassen und behalten sie einer späteren Veröffentlichung vor; dazu gehören etwa: das Verhältnis von Tast- und Gesichtsraum im Anschluß an die bekannte Diskussion von Molyneux, Locke und Leibniz; ferner die wahrscheinliche Unvergleichbarkeit beider Räume; schließlich die Frage nach Nativismus oder Empirismus auch in bezug auf den Tastraum.

Literaturübersicht.

(Sind von einem Autor mehrere Werke genannt, so bezieht sich die bloße Autorenangabe im Text stets auf das erste seiner hier aufgeführten Werke.)

Ahlström, Das Sehenlernen eines operierten Blindgeborenen. In: Skandinavisches Archiv, Bd. 7, Leipzig.

Aster Ernst v., Beiträge zur Psychologie der Raumwahrnehmung. Zeitschrift für Psychologie, Bd. 43.

Aubert, Grundzüge der physiolog. Optik. In: Handbuch der gesamten Augenheilkunde von Gräfe-Sämisch, 2. Bd.

Cohn Hermann, Über operative Heilung von Kurzsichtigkeit. In: Gartenlaube 1896, Nr. 51, Leipzig, S. 864—871.

Cornelius C. S., Die Theorie des Sehens und räumlichen Vorstellens, Halle 1861.

Diderot, Lettre sur les aveugles. In: Oeuvres complètes de Diderot, éd. par J. Assezat, Paris 1875.

Du Bois-Raimond Claude, Referat über Hirschberger, Binokulares Gesichtsfeld Schielender. Zeitschr. für Psychologie etc., Bd. 2, 1891, S. 306 f.

Ebbinghaus Hermann, Grundriß der Psychologie. 1. Bd., Leipzig 1902.

Elschnig Anton, Die Tiefenwahrnehmungen im Raume und das steroskopische Sehen. Wien 1906.

Exner S., Über das Sehen von Bewegung. Wiener Akad. Sitzungsberichte, Bd. 72 III. (1875), S. 156 ff.

Fechner G. Th., Elemente der Psychophysik. 1860; 2. Aufl. Leipzig 1880.

Fischer E. L., Theorie der Gesichtswahrnehmung. Mainz 1891.

Fukala Vincenz, Operative Heilung höchstgradiger Kurzsichtigkeit durch Beseitigung der Linse. Wien 1891.

Funke O., Der Tastsinn und die Gemeingefühle. In: Herrmanns Handbuch der Physiologie, 3. Bd., 2. Teil, 1880, S. 289—414.

Helmholtz H. v., Handbuch der physiologischen Optik. 2. Aufl., Hamburg und Leipzig 1896.

Derselbe, Die Tatsachen der Wahrnehmung. Berlin 1879.

Henri Viktor, Über die Raumwahrnehmung des Tastsinns. Berlin 1898.

Hering E., Der Raumsinn des Auges. In: Herrmanns Handbuch der Physiologie der Sinnesorgane, Bd 3, 1. Teil, Leipzig 1879, S. 343—601.

Heß C., Arbeiten aus dem Gebiete der Akkommodationslehre In: Gräfes Archiv für Ophthalmologie, Bd. 52.

Jodl Friedrich, Lehrbuch der Psychologie. 2 Bde., 3. Aufl., Stuttgart und Berlin 1908.

Judd C. H., Über Raumwahrnehmung im Gebiete des Tastsinns. Leipzig. Dissertation 1896.

Klügel, Mathematisches Wörterbuch. Leipzig 1803 - 1831.

Kolbenheyer E. G., Die sensorielle Theorie der optischen Raumempfindung. Leipzig 1905.

Kühne W., Chemische Vorgänge in der Netzhaut. In: Herrmanns Handbuch der Physiologie der Sinnesorgane, 3. Bd., Teil I, S. 235—342.

Kußmaul Adolf, Untersuchungen über das Seelenleben des neugeborenen Menschen. Leipzig 1859.

Laehr Max, Über Sensibilitätsstörungen bei tabes dorsalis und ihre Lokalisation. In: Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, 1895, S. 688—696.

Lehmann Rudolf, Lehrbuch der philosophischen Propädeutik. Berlin 1905.

Levy Sigmund, Der Raumsinn der Haut. Münchener Dissertation 1891.

Liebmann Otto, Über den objektiven Anblick. Stuttgart 1869.

Lotze Rudolf Hermann, Medizinische Psychologie. Leipzig 1852.

Derselbe, Metaphysik. 1884.

Mach E., Wozu hat der Mensch zwei Augen? In: Populärwissenschaftliche Vorlesungen, 3. Aufl., Leipzig 1903.

Mangold Ernst, Unsere Sinnesorgane und ihre Funktionen. Leipzig 1909.

Mell Alexander, Enzyklopädisches Handbuch des gesamten Blindenwesens. Wien und Leipzig 1900.

Mills Wesley, Abhandlung in: Transact. of the Royal Soc. of Canada, 1894—1896.

Müller Johannes, Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 1 1844, Bd. 2 1840.

Derselbe, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinns. Leipzig 1826.

Müller Robert, Über Raumwahrnehmung beim monokularen indirekten Sehen. Leipzig. Dissertation 1898.

Obersteiner Heinrich, On Allochiria. Brain 1881.

Preyer W., Die Seele des Kindes. 7. Aufl Leipzig 1908.

Raehlmann E., Physiologisch-psychologische Studien über die Entwickelung der Gesichtswahrnehmungen bei Kindern und operierten Blindgeborenen. Zeitschr. für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bd. 2, S. 53—96.

Riehl A., Der philosophische Kritizismus und seine Bedeutung für die positive Wissenschaft. 2 Bde., Leipzig 1876—1887.

Rupp, Über Lokalisation von Druckreizen der Hände bei verschiedenen Lagen derselben. Zeitschr. für Sinnesphysiologie, Bd. 41 S 26 ff.

Sachs Heinrich, Die Entstehung der Raumvorstellung aus Sinnesempfindungen. Breslau 1897.

Siegel Karl, Entwickelung der Raumvorstellung des menschlichen Bewußtseins. Leipzig und Wien 1899.

Simon Richard, Zur Lehre von der Entstehung der koordinierten Augenbewegungen. Zeitschr. für Psychologie etc., Bd. 12 S. 102—130.

Stern L. W., Die Wahrnehmung von Bewegungen vermittelst des Auges. Zeitschr. für Psychologie etc., Bd. 7 S. 321—386.

Stumpf Karl, Über den psychologischen Ursprung der Raumvorstellung. Leipzig 1873.

Taine H., Der Verstand. Deutsch von L. Siegfried. Bonn 1880.

Uhthoff W., Weitere Beiträge zum Sehenlernen blindgeborener und später mit Erfolg operierter Menschen. Zeitschr. für Psychologie etc., Bd. 14, 1897, S. 197-242.

Uphues Goswin K., Psychologie des Erkennens vom empirischen Standpunkt. Leipzig 1893.

Vierordt Karl, Grundriß der Physiologie des Menschen. 1861.

Waitz Theodor, Lehrbuch der Psychologie als Naturwissenschaft. Braunschweig 1849.

Weber E. H., Der Tastsinn und das Gemeingefühl. In: R. Wagners Handwörterbuch der Physiologie. 3. Bd., 2. Teil.

Wundt Wilhelm, Grundzüge der physiologischen Psychologie. 5. Aufl., 3. Bd., Leipzig 1902.

Derselbe, Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele. 4. Aufl. Leipzig 1906.

Derselbe, Zur Theorie der räumlichen Gesichtswahrnehmungen. In: Philosophische Studien, Bd. 14, 1898, S. 1 ff.

Ziehen Th., Leitfaden der physiologischen Psychologie in 18 Vorlesungen. Jena 1906. 7. Aufl.

Lebenslauf.

Ich, Siegbert Silberstein, wurde am 2. April 1879 zu Posen als Sohn des verstorbenen Kaufmanns Louis Silberstein und seiner gleichfalls verstorbenen Ehegattin Auguste Silberstein, geb. Sommerfeld, geboren; bin Preuße und jüdischer Konfession. Nachdem ich das dortige Kgl. Friedrich-Wilhelms-Gymnasium absolviert und mit dem Zeugnis der Reife verlassen hatte, widmete ich mich zunächst in Berlin dem Studium der Medizin, mußte ihm aber bald infolge eines angeborenen und unheilbaren Augenleidens entsagen; sodann war ich eine Zeit lang in Berlin als Schriftsteller und Privatlehrer tätig. Da ich jedoch in diesen Berufszweigen nicht die genügende wissenschaftliche Befriedigung fand, begann ich Michaelis 1905 auf der Berliner Universität das Studium der Philosophie, Pädagogik, Geschichte und Germanistik. Ostern 1909 bezog ich die Universität Erlangen, wo ich am 27. Mai 1910 auf Grund dieser Abhandlung promovierte.



